



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Andrei Zaborski

**METSATA METSAMAA JA VARAJASES ARENGUKLASSIS METSA
HINDAMISMUDEL**

LAND VALUE ASSESSMENT MODEL FOR UNSTOCKED AND EARLY
DEVELOPMENT FOREST STAGES

Bakalaureusetöö
Metsanduse õppekava

Juhendaja: professor Henn Korjus

Tartu 2017

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Andrei Zaborski		Õppekava: metsandus	
Pealkiri: Metsata või varajases arenguklassis metsamaa hindamismudel			
Lehekülgi: 68	Jooniseid: 2	Tabeleid: 1	Lisasid: 8
Osakond: Metsakorralduse osakond Uurimisvaldkond: metsandusökonomika Juhendaja: Henn Korjus Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2017			
<p>Kasvava metsa väärtuse hindamine erineb paljude teiste varade hindamisprotsessist, kuna puuduvad võrreldavad vara objektid – iga hindamine on algusest lõpuni ainulaadne. Rahavoogu genereeriva varana saab metsamaa hindamisel rakendada tulevaste rahavoogude nüüdisväärtusel põhinevat arvestusmeetodit.</p> <p>Metsata metsamaa hindamine kujutab endast kasvava metsa hindamise äärmusjuhtumit, mille korral puudub võimalus hinnata vara hulka ja tema karakteristikuid – kogu hindamisprotsess tuleb läbi viia teoreetilise kasvupotentsiaali hindamisena.</p> <p>Käesoleva töö ülesandeks on luua mudel metsata metsamaa väärtuse teoreetiliseks hindamiseks. Mudeli koostamine algab metsakasvatustlike tegevuste ahela loomisest, mis on vajalikud antud kasvukohatüübil kasvatatava ühe või teise peapuuliigiga metsapõlvkonna kasvatamiseks kuni raieni. Metsakasvatustlike võtete jada identifitseerimine annab aluse metsakasvatusega seotud tulevaste kulude ja tulude määratlemiseks, mille baasil koostatakse kogu järgneva metsapõlvkonna rahavoo mudel. Tulevase neto-rahavoo diskonteeritud väärtus peakski kajastama metsamaa tänast turuhinda.</p> <p>Töö tulemusena valminud mudeli testarvutused näitasid, et metsamaa turul toimuvate tehingute hinnad on kooskõlas tulevaste rahavoogude nüüdisväärtusega. Mudeli abil leitav väärtus sõltub väga tugevalt kasutatavast diskontomäärast, samuti valitavast peapuuliigist, metsapõlvkonna rajamiseks tehtavatest kulutustest, raieringi pikkusest, kasvatatava metsa boniteedist ja tagavarast. Mudeli edasiarenduses tuleks keskenduda lihtsamini käsitletavale kasutajaliidesele ja arvutuste suuremale automatiseeritusele.</p>			
Märksõnad: metsa hindamine, metsata metsamaa, metsakasvatus, metsandusökonomika			

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Bachelor's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Author: Andrei Zaborski		Specialty: forestry	
Title: Land Value Assessment Model for Unstocked and Early Development Forest Stages			
Pages: 68	Figures: 2	Tables: 1	Appendixes: 8
Department: Department of Forest Management			
Field of research: forest economics			
Supervisor: Henn Korjus			
Place and date: Tartu 2017			
<p>Value assessment of the growing forest is different from the assessment of many other assets due to the lack of comparable objects – every assessment process is entirely unique. As a cash-generating asset, the value of forestland can be derived with using the discounted cash flow method.</p> <p>The assessment of unstocked forestland is an extreme case of valuation of growing forest, where there is no opportunity to estimate the quantity of the assets and their characteristics. The whole assessment process must be carried through as estimation of theoretical growth potential.</p> <p>The aim of current thesis is to build a theoretical model for assessing the value of unstocked forestland. The compilation of the model starts with the creation of chain of silvicultural activities, what must be carried out on given site type to grow the forest generation of one or other main tree species until the felling. Identifying the sequence of silvicultural activities enables to determine the future outlays and revenues, based on what the cash flow model for the whole next forest generation will be formed. The current market value of forest land should reflect the present value of future net cash flows.</p> <p>The test calculations with the created model demonstrated, that in general the transaction prices on forestland market complies with the value calculated with the discounted cash flow model. The value derived with the model is sensitive to the choice of discount rate, also on chosen main tree species, costs occurring during the establishment of the forest generation, the length of felling cycle, the site quality class and the timber reserve of the growing forest. The further developments of the model should concentrate on creation of more easily managed user interface and on bigger extent of automatization of calculations.</p>			
Keywords: forest value assessment, unstocked forest land, silviculture, forest economics			

SISUKORD

KASUTATUD MÕISTED	6
KASUTATUD LÜHENDID	8
SISSEJUHATUS	9
1. METSAMAA HINDAMISE AKTUAALSUS JA PROBLEEMID	11
1.1 Eesti metsamaa omandi jagunemine ja turu aktiivsus	11
1.2 Metsamaa hindamise vajalikkus	12
1.3 Metsamaa hindamise eripära ja võimalikud meetodikad	13
1.4 Varasemad uurimustööd	15
1.5 Mudelis kasutatavad arvutuskäigud	16
2. METSATA METSAMAA JA VARAJASES ARENGUKLASSIS METSA HINDAMISE MUDELI KIRJELDUS	18
2.1 Mudeli piiritlemine	18
2.2 Mudeli jaotus	19
2.2.1 Algolukorra kirjeldamine ja kasvustsenaariumi valik	20
2.2.2 Tulevaste perioodide kulud	21
2.2.3 Tulevaste perioodide tulud	21
2.3 Kasvukohatüübid	22
2.3.1 Kasvukohatüüp kui metsamaa potentsiaali näitaja	22
2.3.2 Männile sobilikud kasvukohatüübid	24
2.3.3 Kuusele sobilikud kasvukohatüübid	26
2.3.4 Kasele sobilikud kasvukohatüübid	27
2.3.5 Kõdusoo kasvukohatüübid	29
2.4 Peapuuliigi valik	30
2.5 Puuliikide vaheldumine	33
2.6 Boniteediklassi prognoosimine	35
2.7 Metsakasvatustlike tööde modelleerimine	35
2.7.1 Metsapõlvkonna majandamise etapid	35
2.7.2 Metsa uuendamine	36
2.7.3 Selguseta alade ja noorendike uuenduse hindamine	39
2.8 Hooldusraied	40
2.9 Harvendusraied	41
2.10 Uuendusraie	42
2.11 Diskontomäära valik	43

3. TULEMUSED JA ARUTELU	44
KOKKUVÕTE	47
KASUTATUD KIRJANDUS	48
SUMMARY	50
LISAD	52
Lisa 1. Keskkonnaministri määruse nr 2 „Metsa korraldamise juhend“ lisa 7.....	53
Lisa 2. Keskkonnaministri määruse nr 2 „Metsa korraldamise juhend“ lisa 13.....	55
Lisa 3. Keskkonnaministri määruse nr 2 „Metsa korraldamise juhend“ lisa 15.....	56
Lisa 4. Rinnasdiameetri prognoosi arvutus	57
Lisa 5a. Ümarmaterjali sortimenteerimine – mänd	59
Lisa 5b. Ümarmaterjali sortimenteerimine – kuusk	60
Lisa 5c. Ümarmaterjali sortimenteerimine – kask.....	61
Lisa 5d. Ümarmaterjali sortimenteerimine – haab	62
Lisa 6. Arvutuste eeldused.....	63
Lisa 7a. Metsamaa väärtuse arvutuse näide -- pohlamännik	64
Lisa 7b. Metsamaa väärtuse arvutuse näide – sinilillekuusik.....	65
Lisa 7c. Metsamaa väärtuse arvutuse näide – naadikaasik.....	66
Lisa 8. Metsata metsamaa ja varajases arenguklassis metsa hindamise mudel.....	67

KASUTATUD MÕISTED

Boniteet – puistu kõrguskasvu kiiruse näitaja, mis peegeldab puistu majanduslikku väärtust või kasvukoha ökoloogilist sobivust vastava puistu enamuspuuliigile. Puistu boniteediklassi määramise aluseks on puistu enamuspuuliigi teatud vanuses saavutatud keskmine kõrgus. Eestis on kasutusel prof M. Orlovi klassifikatsioon, kus on seitse boniteediklassi (Ia – kõige tootlikumad puistud; Va – kõige vähemtootlikumad puistud). (Metsamajanduse alused 2011)

Enamuspuuliik – I rinde suurima tagavaraga puuliik (Metsamajanduse alused 2011)

Eraldis – pindalalt terviklik metsaosa, mis seal kasvavate puude päritolu, liigilise koosseisu, vanuse, tiheduse, kõrguse, ja kasvukoha poolest on kogu ulatuses piisavalt ühetaoline samade metsamajandamisvõtete rakendamiseks. Eraldis võib olla osa puistust, kui viimane on sihtide või teedega osadeks jaotatud. Eraldise piirid määratakse metsa ülepinnalise takseerimise käigus. (Metsaomaniku käsiraamat 2012; Metsamajanduse alused 2011)

Kasvukohatüüp – suhteliselt ühesuguste metsakasvatustingimustega osa metsamaast, millel on sarnane reljeef, mikroreljeef, põhjaveetase ja mulla liik, mille tõttu erineb teistest metsamaa osadest sarnase alustaimestikukoosluse, ning puistu koosseisu, struktuuri ja tootlikkuse poolest. Samasse tüüpi kuuluval alal rakendatakse ühesuguseid metsamajanduslikke võtteid. (Metsamajanduse alused 2011)

Metsakasvatus ehk metsa kasvatamine – erinevatest tegevustest ja tööetappidest koosnev pikaajaline protsess, mille eesmärgiks on saada kvaliteetne raieküps mets. Metsakasvatuse tegevusliinid on metsa kasvukohatingimuste parandamine ehk metsaparandus (veerežiimi reguleerimine ja metsa väetamine), metsagenofondi parandamine, metsaseemne- ja metsataimekasvatus, metsauuendamine, hooldus- ja uuendusraied. (Metsamajanduse alused 2011)

Metsamaa – maa, mis vastab vähemalt ühele järgmistest nõuetest: a) on metsamaa kõlvikuna kantud maakatastrisse; b) on maatükk pindalaga vähemalt 0,1 ha, millel kasvavad puittaimed kõrgusega vähemalt 1,3 meetrit ja puuvõrade liitusega vähemalt 30% (Metsaseadus 2006, § 3 lg 2). Metsamaa võib ajutiselt olla metsata, nt värske raiestik, põlendik, jne. (Metsamajanduse alused 2011)

Metsapõlv – ligikaudu ühevanuseliste puude eluiga tekkest kuni uuendusraieni või loomuliku suremiseni. (Metsaomaniku käsiraamat 2012)

Metsatüüp – kasvukohatüübist astme võrra detailsem metsatüpoloogiline üksus, mida saab kasutada metsaga metsamaal, sest näitab enamuspuuliiki kasvukohatüübi piires (nt jänesekapsakuusik, pohlamänni). Vastavas kasvukohatüübis on nii palju metsatüüpe, kui mitu puuliiki suudavad seal puistud moodustada. (Metsamajanduse alused 2011)

Peapuuliik – antud kasvukoha- ja majandustingimustes kõige enam kvaliteetset puitu andev või kõige paremini keskkonnakaitselist rolli täitev puuliik, mis on puistus piisavalt esindatud ja mille järgi seda puistut majandatakse. (Metsamajanduse alused 2011). Uuenemata raiesmikel märgitakse peapuuliigiks liik, mida soovitakse seal tulevikus kasvatada. (Metsaomaniku käsiraamat 2012)

Puhtpuistu – puistu, kus enamuspuuliigi osatähtsus on vähemalt 90% puistu tagavarast või rinnaspindalast. (Metsamajanduse alused 2011)

Puidusortiment (sortiment) – puu tüvest järkamise teel saadud kindla pikkuse, ladva läbimõõdu ja otstarbega üarmetsamaterjal. (Metsamajanduse alused 2011)

Puistu – sarnaste omadustega (koosseis, struktuur, kasvunäitajad ja -tingimused) metsaosa, mis erineb naaberpuistutest teatud ulatuses mõne tunnuse või väärtuse poolest. (Metsaomaniku käsiraamat 2012: 269; Metsamajanduse alused 2011)

Puistu(elementi) täius – suhtarv, mis saadakse uuritava puistuelemendi ja vastava nn normaalpuistu rinnaspindala või tüvemahu võrdlemisel. Rinde (puistu) täius saadakse rinnet (puistut) moodustavate puuliikide osatäiuste summeerimisel. (Vaus 2005)

Raiestik e. raiesmik – lageraie tulemusel tekkinud lage või seemnepuude, järelkasvu, raiejäägi ja/või säilikuudega metsaosa (Vaus 2005); kuulub lageda ala arenguklassi (Metsamajanduse alused 2011)

Segapuistu – puistu, mille I rindes esineb kaks või enam puuliiki, millest ühegi tagavara või rinnaspindala osatähtsus ei ulatu 90%-ni. (Metsamajanduse alused 2011)

Tagavara – puutüvede mahtude summa vastava metsaüksuse kohta. Puistuelemendi tagavara arvutatakse puistuelemendi kõrguse ja rinnaspindala põhjal. Puistu hektaritagavara määratakse puistuelementide hektaritagavarade summana. (Metsamajanduse alused 2011)

Takseertunnus – mõõtmiste või arvutustega leitud puistut või puistuelemente iseloomustavad andmed nagu puistu pindala, koosseis, rinded ja puude arv, rinde elementide vanus, keskmine rinnasdiameeter ja kõrgus, rinnaspindala, tagavara, täius jm. (Metsamajanduse alused 2011)

Üarmetsamaterjal (üarmaterjal) – laasitud puutüve järkamisel saadud edasiselt töötlemata likviidne puit (palgid, paberi- ja küttepuit, vineeripakud, jne.) (Vaus 2005)

KASUTATUD LÜHENDID

b – boniteet

EMÜ – Eesti Maaülikool

EUR – euro

EV – Eesti Vabariik

ha – hektar

KKM – Keskkonnaministeerium

KKMm – Keskkonnaministri määrus

tm – tihumeeter

SISSEJUHATUS

Metsamaa kui Eesti kinnisvaraturu ühe alamklassi tehingute pidev aktiivsus näitab Eesti inimeste ja ettevõtete tõusvat huvi selle varaklassi ja tööstusharu vastu. Metsamaa kui kinnisvaraklass või tootmisresurss on väga universaalne, pakkudes erinevatele omanikele hobitegevust, eluaset, kaitset inflatsioonile vastu, perioodilist rahavoogu, väärtuse kasvu investeerimisobjektina või ka sisendit puidutööstustele.

Laialdane sektorisse kaasatud huviliste hulk ja aktiivne ostu-müügitegevus rõhuvad metsamaa objektide rahalise väärtuse hindamise kompetentsi tõusu vajadusele. Kui küpse metsa tehingute (suhteliselt sarnane raieõiguse võõrandamise tehingutele) hinna arvutus on laias laastus sirgjooneline, kus muutujateks on kinnistul leiduva (raieküpse) metsa tagavara ja liigiline koosseis ning ümarmäärjali sortimentide hinnad, aga samuti kinnistu kaugus puidu realiseerimiskohtadest ning metsa ülestöötamise kulu, siis veel kasvava (mitteraieküpse) metsa väärtuse leidmine nõuab pikemat arvutus- ja planeerimisprotsessi. Mida pikem on aeg kinnistul paikneva puistu raieküpsuse (seaduse poolt raiet lubava vanuse või keskmise diameetrigi) saabumiseni, seda suuremaks muutuvad prognoosidega kaasnevad ebamäärasused ja seda suuremaks lähevad käärid ostjate ja müüjate väärtuse hinnangute vahel.

Eriti suur väljakutse on varajases arenguklassis metsa või lageda metsamaa hindamine, sest sellisel juhul ei saa keskenduda lihtsalt juurdekasvu modelleerimisele, vaid tuleb arvutuskäiku sisse arvestada ka tööd ja kulud, mis lõpptulemusel raiutava metsa kasvatamisel vajalikuks osutuvad.

Käesolev töö keskendub algoritmi loomisele, mis hõlmaks kõiki metsapõlve üleskasvatamiseks vajalikke (või soovitatavaid) tegevusi alates puistu võimalikult varajasest arenguklassist, nende tehtud kulutusi ning vastutasuks ka tuleviku raietulu prognoosimist. Varajase arenguklassi all on silmas peetud kuni latiealisi (lageda- ja selguseta ala ning noorendike arenguklassi) puistuid. Metsata metsamaa on kujunenud kas inimtekkeliselt (lageraie) või ka loodusliku häiringu (metsatulekahju, torm) tulemusena. Töö käigus on

puuliikide nimetustena sageli kasutatud vaid perekondade nimetust (kuusk, mänd, kask, haab), kuid nende nimetuste all tuleb mõista Eestis kõige laialdasemalt levinud nende perekondade esindajaid – harilikku mändi, harilikku kuuske, aru- ja sookaskening harilikku haaba.

Ülesande püstitusega kaasnes nõue, et arvutusi peab olema võimalik teha lihtsasti kättesaadava info baasil, milleks autori arvates sobib metsamajandamise kavas esitatud info. Töö on koostatud kui kasulik, igapäevaselt kasutatav mudel, mille ülesehituse ja sisu algallikana on kasutatud akadeemilisi töid ja erialast kirjandust. Töö on praktilise suunitlusega, seda on võimalik kasutada õppe-eesmärgil, ühendades metsakasvatuse probleemid metsandusökonomika ülesannetega. Käesolev töö on interdistsiplinaarne, koondades endas nii metsandusökonomika, metsakasvatuse kui ka metsakorralduse põhitõdesid.

Töö keskendub suuresti Eesti keskkonnale, siinsetele metsa korraldamise põhimõtetele, seadusandlikele regulatsioonidele ja looduslikule keskkonnale. Suurem osa töös viidatud allikatest pärineb kohalikelt metsanduse ja bioloogia ekspertidelt.

1. METSAMAA HINDAMISE AKTUAALSUS JA PROBLEEMID

1.1 Eesti metsamaa omandi jagunemine ja turu aktiivsus

Alates omandi- ja maareformide edenemisega 1990-te keskpaigast, on Eestile omaseks saanud vägagi aktiivne metsakinnisvara turg. Ostetavate-müüdavate kinnistute kogupindala on OÜ Metsakorralduse Büroo andmetel (viitega Maa-ameti infole) aastatel 2010-2015 jäänud vahemikku 50 - 60 tuhat ha aastas (Metsamaa turg 2017); tehingute rahaline maht on püsinud alates 2013. aastast pealpool 100 miljoni euro piiri (Aastaraamat... 2016). Maa-ameti kinnisvaratehingute andmebaas annab 2016. aasta kohta, et metsamaaga sooritati aasta jooksul kokku 2 674 ostu-müügi tehingut (Kinnisvara hinnastatistika 2017). Võrreldes väga pikaajaliste metsanduslike traditsioonidega Soomega on viimasel kümnendil aastane metsamaa tehingute arv Soomes olnud ainult 1,5 korda kõrgem kui Eestis, samal ajal kui kogu metsamaa pindala riigiti erineb üle kümne korra (Joosti 2015).

2015. aasta seisuga oli Eestis maakatastrist ja kinnisturegistrist pärinevate andmete põhjal 107 170 füüsilisest isikust ja 5 752 juriidilisest isikust metsamaa omanikku (Eesti erametsaomandi... 2015). Kuigi arvuliselt jaguneb omanike arv 95% vs 5% eraisikute kasuks, siis hektarilises väljenduses jaguneb omand füüsiliste isikute kasuks kaaluga 65% vs 35%. (Eesti erametsaomandi... 2015). Sellisedid füüsilisest isikust omanikke, kelle kuulub kuni 5 ha metsamaad, on koguni 70 000 (*Ibid.*).

Viimasel kümnendil on metsamaa tehingute osas täheldatavad väga ühesuunalised protsessid – veel 2011. aastal oli juriidilistest isikutest metsaomanike käes vaid 26% kogu metsamaast (*Ibid.*), neli aastat hiljem juba 35%. Vahepealsete aastate jooksul ei saa küll täheldada füüsilisest isikutest omanike arvu drastilist vähenemist, kuid selgelt joonistub välja tendents, et metsamaa koondub professionaalsete metsa majandajate ja -kasvatajate kätte. (Töö autor peab eraisikust metsaomanike arvu kasvu põhjuseks (aastatel 2011-2015 kasv ca 14 000 võrra) protsessi, kus elukondliku kinnisvaraarenduse käigus jaotatakse suurte linnade läheduses asuvad endised metsaga kinnistud väiksemateks kruntideks, mis müüakse

elamuehituse eesmärgil.) Lisaks eraisikutelt ostetud metsamaale on juriidiliste isikute portfellid täienenud ka riigimaa müügist pärinevate kinnistutega.

Juriidilisele isikutele kuuluvast metsamaast kuulus 2015. aasta seisuga 76% sellistele isikutele, kelle metsamaa portfelli on suurem, kui 500 ha; samad suuromanikud olid ka kõige aktiivsemad positsioonide suurendajad – aastatel 2011-2015 suurenes nende maavalduste arv 105 000 ha võrra, kui juriidiliste isikute positsioon tervikuna suurenes 115 000 ha võrra (*Ibid.*, autori arvutused). Kogu Eesti metsamaast kuulub üle veerandi ca 100-le ettevõttele; ülejäänud $\frac{3}{4}$ jaguneb 112 000 isiku vahel.

1.2 Metsamaa hindamise vajalikkus

Eelpool kirjeldatud aktiivse metsamaa turu kontekstis on ostu-müügi objektide väärtuse arvutamine enesest mõistetavalt vajalik ja oluline. Müüja jaoks muutub tähtsaks arusaamine, millisest võimalikust tuleviku tulust ta loobub, kui müüb metsamaa koos kasvava metsaga täna, selle asemel et jääda kinnistu omanikuks ja kasvatada mets raieküpsuse saabumiseni ning realiseerida metsamaterjal. Finantsmatemaatiliselt väljendudes võib müüja küsimuse püstitada – milline saaks olema tema vara tootlus seda hoides, võttes aluseks tänase pakutava realiseerimishinna. Viidates eelmise peatüki leidudele tuleb tõdeda, et Eesti metsamaa turul on tekkinud arvestatav, väga professionaalne ostjaskond ja valitseb konkurents, samas kui müügipoolel oleva valdavalt nooremapoolse erametsaomanike generatsiooni jaoks võib väärtuse hindamine olla keerukaks ülesandeks.

Lisaks võimalike tehinguhindade arvutamisele muutub kasvava metsa ja metsamaa väärtuse arvutus oluliseks ka metsa omanikele, soovides finantsarvestuses kajastada oma vara väärtust pidevalt õiglases väärtuses. Kui kasvava metsa ost on finantseeritud omaniku omakapitaliga, ei pruugi ajakohane pidev väärtuse arvutus olla talle esmatähtis – pigem huvitavad omanikku füüsiline tagavara ja selle juurdekasv ning metsa tervisilik seisund (tulevane puidu kvaliteet). Vajadus ajakohase ja pideva väärtuse leidmiseks tekib aga kohe, kui metsamaa on soetatud nn. „võõrvahenditega“ – olgu siis tegemist panga laenufinantseeringuga või finantsinvestoritelt kaasatud vahenditega. Sellisel puhul on

kaasvnev kolmandate osapoolte otsene huvi laenu tagatisväärtuse ja investeeritud vahendite tulususe arvutamiseks.

1.3 Metsamaa hindamise eripära ja võimalikud metoodikad

Aktiivse turu tingimustes omandab kiitlilise tähtsuse ostjate ja müüjate arusaam hinna kujunemise protsessist. Erinevalt muudest kinnisvaratehingutest on metsamaa tehingute aluseks oleva hinna arvutamine tunduvalt keerulisem – kui muude kinnisvaraobjektide hinna kujundamisel on valdavalt aluseks sarnaste turu tehingute hinnad, siis metsamaa puhul on takistuseks võrreldavate objektide puudumine – metsakinnistu väärtusest olulise osa moodustab mets kui bioloogiline vara (puit), mille maht kinnistul, liigiline ja vanuseline jagunemine, kvaliteet jne on kinnistute lõikes väga varieeruvad.

Erinevate metsamaa hindamisvõimaluste hulgas on Eestis valdavaks saanud hindamine **diskonteeritud rahavoogude** meetodile (nimetatud ka **puhastulu** meetodiks) tuginedes. Alternatiivseteks meetoditeks on a) **võrdlustehingute** meetod ja b) **kulu-(soetusmaksumuse)** meetod (Pastila 2012).

Võrdlustehingute meetod annab kõige otsesema vaste „turuhinnale“ ehk sellele hinnale, millega tehingud turul tõepoolest toimuvad. Metsakinnistute puhul on võrdlustehingute meetodi nõrkuseks homogeense kauba puudumine, ehk metsa ostu-müügitehingud ei ole omavahel võrreldavad tehingu aluseks oleva metsa erinevate karakteristikute tõttu (metsa liigiline ja vanuseline koosseis, puidu tagavara, jne); samuti on suuremahuliste tehingute puhul takistuseks selliste tehingute harv esinemine ja lisaks ei pruugi tehingute kohta käiv informatsioon olla vabalt kättesaadav.

Kulumeetod hõlmab lisaks soetusmaksumusele kõikvõimalike varale tehtud kulutuste summeerimist. Meetodi nõrkuseks on asjaolu, et otsesed seosed võrreldavate tehingutega või tulevikus vara kasutamisest laekuva netorahavooga on kõige ähmasemad – potentsiaalse ostja jaoks on minevikus varale tehtud kulutuste suurus tähtsusetu, loeb vaid hetkeolukorra seisund. Kahtlemata on meetod lihtne ning vara efektiivse majandamise seisukohalt võib seda teatava kontrollimehhanismina kasutada. Pastila (2012) arvates on meetod teataval

määral kohane lagedate- ja selgusetu alade ning noorendike hindamisel, sest selliste arenguklasside korral ei ole võimalik määrata metsa puidutagavara. Autori enda kogemuste põhjal on kulumeetod (või pigem soetusväärtuse meetod) olnud Eesti metsandusettevõtete jaoks seni üks enim levinud arvestusmeetode (Zaborski 2012).

Puhastulu meetodi all mõistame diskonteeritud rahavoogudel baseeruvat meetodit, kus metsa (kinnistu) väärtus väljendab sellelt tulevikus saadavate netotulude nüüdisväärtuste summat. Metsa väärtuse hindamisel diskonteeritud rahavoo meetodil lähtutakse sellest, et suurt metsaala kasutatakse jätkuvalt puidu tootmiseks – protsessid on igavikulised (Kaimre 2000).

Meetodi kasuks võrreldes eelnevalt mainitutega räägivad asjaolud, et selline arvestuspõhimõte kajastab just iga anutud varaobjekti spetsiifilisi karakteristikuid (Pastila 2012) ehk igale eraldisele, kinnistule või kinnistute portfelli on võimalik luua ainuomane rahavoogude stsenaarium, sõltuvalt kasvava metsa liigilisusest, selle konditsioonist ja puidutagavara mahust. Meetodi nõrgad küljed on väga pikaajalised bioloogilise juurdekasvu, kulude ja puidu turuhindade prognoosid, mis võivad tegelikest tulevastest sündmustest tugeval määral erineda. Sellele vaatamata kasutavad Skandinaavia metsatööstusettevõtted oma metsamaa ja metsa kui bioloogilise vara hindamiseks just kuni 100-aastaseid või okaspuude raieringi pikkused diskonteeritud rahavoo mudeleid (Zaborski 2012).

Grege-Staltmane (2011) kritiseerib universaalset diskonteeritud rahavoogude meetodi kasutamist, kuna defineeritavatele rahavoogudele lisaks eksisteerib mitmeid otseselt mitterahalisi näitajaid, mis võivad hinnatava metsa väärtust kas suurendada või vähendada. Hinda mõjutavad tegurid on tema loetelu kohaselt järgmised:

1. kinnistu absoluutne suurus ja ühtlane koosseis;
2. teede lähedus ja ligipääs neile;
3. aastaringne või ainult talvine võimalus metsamajandustöödeks;
4. looduskaitseliste objektide/piirangualade olemasolu;
5. võimalik muu kasutus näiteks elamuehituseks või maavarade kaevandamiseks;
6. viljakad/vähem viljakad kasvukohatüübid, mullastik;
7. eelnev metsa majandamise ajalugu.

Puhastulu meetodi ühe alamliigina on käsitletav kasvava tagavara meetod, kus eelduseks on, et hinnatav metsatagavara müüakse tulevikus mingil kindlal ajahetkel (Pastila 2012). Alammeetodi kasuks räägib selle suhteline lihtsus, kuna pikkadest prognoosiperioodidest tulenev ebatäpsus väheneb tunduvalt.

1.4 Varasemad uurimustööd

Viimase 5-10 aasta jooksul on Eesti kõrgkoolides valminud mitmed akadeemilised tööd, kus on tegeldud kasvav metsa väärtuse määramise probleemistikuga. Autori enda 2012. aastal *Estonian Business School*-is kaitstud magistritöö „Eesti kasvava metsa väärtuse hindamise mudeli väljatöötamine“ keskendus peamiselt metsamaa ja metsa, kui bioloogilise vara väärtuse kajastamisele ettevõtete finantsaruannetes nii Eesti hea raamatupidamistava kui rahvusvaheliste finantsaruandluse standardite järgi. Töö käigus tutvuti kümnekonna Eesti tol hetkel juhtiva metsakinnisvara omaniku aastaaruannetega, eesmärgiga analüüsida, kuidas kajastavad suurmetasamaaomanikud soetatud metsa- ja maapositsioone oma finantsaruandluses ning kõrvutati kasutatud meetode Soome ja Skandinaavia juhtivate metsamajandus- ja tööstusettevõtetega.

Eesti oludele väga lähedaste probleemidega antud valdkonnas on kokku puutunud meie naaberriigis Lätis. Eesti ja Läti metsakasvatustlike probleemide kõrvutamist lubavad mitmed bioloogilised kui ka majanduspoliitilise keskkonna sarnasused: kasvavad liigid, suur metsamaa osakaal riigi kogupindalast ning selles omakorda suur riigimetsa osakaal, sarnane maareformi käik 1990-ndatel aastatel, metsade majandamise võtted, jne. Läti teadusasutustes akadeemilist käsitlemist leidnud metsanduse ökonoomika probleemid on nimetatud sarnasuste tõttu väga praktilise väärtusega ka Eesti sama ala asjatundjatele. Töö autoril on olnud võimalus tutvuda Dr. Evija Grege-Staltmane 2011. aastal Läti Põllumajandusülikooli metsandusteaduskonnas kaitstud doktoritööga teemal „Läti erametsa investeeringute uuringud ja hindamine.“ Töö põhieesmärgiks oli uurida Läti metsandussektoris tehtavate investeeringute (sh. välisinvesteeringute) vorme ja motivaatoreid, kuid tähtsa osana leiab töös kajastamist ka metsade hindamise problemaatika, seda just kohalikus keskkonnas.

Eesti Maaülikoolis on 2015. aastal metsamaa väärtuse hindamisega tegelenud Janno Joosti oma bakalaureusetöös „Metsamaa arvestusliku ja turuväärtuse võrdlemine Eestis ja Soomes.“ Väga põhjaliku teemakäsitlusega töös antakse muu hulgas ka ülevaade metsa hindamise võimalustest ja probleemidest; töö põhirõhk langeb Soome metsa hindamise metoodika ülevaatele ja uuringule, kas ja kui lihtsalt oleks võimalik Soome põhimõtteid ja hindamismudelit üle võtta Eesti keskkonnas.

Lisaks mainituile, on kasvava metsa hindamist käsitlenud:

1. T. Kask ja A. Kevvai 2008. aasta Estonian Business School-i magistritöös „Kasvava metsa kui bioloogilise vara väärtuse hindamine;“
2. A. Mündel 2010. aastal Tartu Ülikoolis kaitstud magistritöös „Kasvava metsa kui bioloogilise vara hindamine ja arvestus OÜ Priimo Mets näitel.“

Võrreldes eelnimetatud töödega soovib käesoleva tööga autor keskenduda just varajases arenguklassis metsa hindamisele, sest selline hindamine esitab kõige rohkem väljakutseid ning on seotud kõikvõimalike ebamäärasustega. Varajases arenguklassis, kus ei ole võimalik adekvaatselt hinnata aluseks oleva puidu tagavara, muutub väärtuse arvutus (kasvukoha) hüpoteetiliseks kasvu potentsiaali arvutuseks, mis aga kätkeb endas valikuid mitmete kasvu stsenaariumide vahel.

1.5 Mudelis kasutatavad arvutuskäigud

Kasvava metsa väärtuse arvutamise käigus on vajalik mitmete näitajate modelleerimine, nagu näiteks

1. puistuelemendi keskmisest kõrgusest ja -rinnasdiameetrist sõltuv puidu tagavara harvendusraiate hetkel ning raieküpsuse saabumisel;
2. saetud ümarmaterjali jagunemine puidusortimendiks.

Iga boniteediklassi minimaalne puistuelemendi kõrgus antud puuliigile ja antud vanuses on kättesaadav KKMm „Metsa korraldamise juhend“ lisas 7 – „Boniteerimistabelid“ (käesoleva töö lisa 1).

Seose puistuelemendi keskmise kõrguse ja tagavara vahel (eeldades täiust 100%) annab sama juhendi lisa 13 (toodud käesoleva töö lisas 2).

Puistuelemendi sortimenteerimiseks raie hetkel tuleb lisaks puistuelemendi keskmisele kõrgusele teada puistuelemendi keskmist rinnasdiameetrit. Selle leidmiseks on võimalik kasutada prof Kiviste 1997. aastast pärinevat diferentsiaalmodelit, mis on loodud aastatel 1984-1993 kogutud Eesti riigimetsa takseerandmete baasil (Kiviste 1997). Keskmise rinnasdiameetri prognoosi arvutuskäik on toodud käesoleva töö lisas 4. Leidmaks iga puuliigi iga boniteediklassi keskmist arvestuslikku rinnasdiameetrit, on võetud erinevate kasvukohatüüpide aritmeetiline keskmine.

Ümarmaterjali jagunemine sortimentide vahel on leitav kasutades erinevate puuliikide tüvede mahutabeleid. Eestis üldkasutatavad mahutabelid pärinevad aastast 2000, loodud A. Padari poolt R. Ozolinši tüvemoodustaja valemi põhjal. Nimetatud tabelites arvutatakse palgi, peenpalgi ja paberipuidu mahud ilma kooreta ning küttepuidu mahud koorega. Palkide ja peenpalkide arvestulikuks pikkuseks võetakse 3,10 meetrit, paberipuidu ja küttepuidu korral 3,00 meetrit. (Metsa hindamine 2004). Võrreldavuse huvides on autor mahutabelites kajastatud väärtused (tihumeetrites) viinud relatiivsele kümnendikskaalale. Männi, kuuse, kase ja haava mahutabelid ja autori arvutused sortimendi protsentuaalse jagunemise leidmiseks on toodud käesoleva töö lisades 5a-5d.

2. METSATA METSAMAA JA VARAJASES ARENGUKLASSIS METSA HINDAMISE MUDELI KIRJELDUS

2.1 Mudeli piiritlemine

Käesoleva töö käigus loodav metsamaa hindamise mudel on mõeldud eelkõige majandusmetsade väärtuse hindamiseks, kus peaesmärgiks on majandusliku tulu saamine läbi metsapuude kasvatamise ja raie. Majandusmetsade hulgast on kõrvale jäetud majandamispiirangutega, kaitsealused puistud, samuti väga madala produktiivsusega (IV ja madalama boniteediga) puistute tüübid, kus autori arvates on raske praktiseerida majanduslikult tõhusat metsakasvatust. Sellised metsatüübid on identifitseeritavad kasvukohatüüpide järgi – mudeli käsitlesest jäävad välja leesikaloo, kastikuloo, lubikaloo, sambliku, kanarbiku, sinika, karusambla, madaloo, siirdesoo ja raba kasvukohatüüpidel ning nende üleminekutüüpidel kasvavad puistud ja lagedad alad.

Mudeli loomisel keskendutakse nelja peapuuliigi kasvatamisele – harilik mänd, harilik kuusk, arukask (koos sookasega) ja harilik haab – nende liikide puit erinevates sortimentides on toormena laialt nõutud kohalike ja piiritaguste töötlejate poolt (nii sae- ja paberi/tselluloositööstuste poolt, kui energiapuiduna) ning nende kasvupind ja toodang on lai. Sanglepa ja kõvalehtpuude kasvatamine on hetkel mudelist kõrvale jäätud seoses nende suhteliselt väikese kasvupinna tõttu; hall lepp, vaatamata oma laialdasele kasvualale, püsib ebasoosingus seoses väheste kasutusvõimalustega (seda peamiselt energiapuiduna). Edasise arenduse tulemusena on võimalik mudelit laiendada nii kasvukohatüüpide kui peapuuliikide osas.

Mudeli ülesehituse aluseks on puhastulu e diskonteeritud rahavoogude meetod (meetod leidis detailsemat käsitlust käesoleva töö punktis 1.3). Mitterahalisi hüvesid ja kõrvalkasutusest tulenevat tulu mudel praegu arvestada ei luba.

Mudel on kohaldatud otseselt Eesti oludele: ühest küljest seab sellele raamistiku kohalik seadusandlik regulatsioon (EV metsaseadus ja selle rakendusaktid), teisest küljest on puistute juurdekasvu modelleerimisel aluseks võetud just kohalikud kättesaadavad kasvukäigumudelid ja muud andmed. Kasvukohatüüpideks on kasutusel Eesti metsateaduses kirjeldatavad kasvukohatüübid.

Vastavalt töö sissejuhatuses mainitule, on mudeli ülesehituse/alginfo leidmiseks võetud info, mis on metsaomanikule kergesti kättesaadav – näiteks kinnistu(te)le koostatud metsamajandamise kava takseerikirjelduse osast. Töö ei süübi kasvukohtade muuallastiku ja selle potentsiaali kirjeldamisele ja analüüsimisele, kuna üldjuhul muuallastiku info ei ole metsaomanikule kättesaadav või tal puuduvad oskused seda interpreteerida.

2.2 Mudeli jaotus

Varajases arenguklassis metsa või metsata metsamaa hindamise mudeli loomisega on soovitud tekitada tööriist metsamaa rahalise väärtuse määramiseks, pidades silmas metsamaad kui tootlikku vara. Mudel kombineerib omavahel metsa kasvatamise käigus tehtavad valikud ja otused ning kasvatamisest ja raieist tulenevad rahavood. Mudel võtab arvesse rahalised hüved ja kulud; mitterahalised, raskesti hinnatavad ja emotsionaalset tüüpi hüved jäävad töö skoobist välja.

Mudeli ülesehituse aluselemendiks on eraldis, ehk väärus määratakse üldjuhul igale eraldisele. Eraldise arengu modelleerimise ja selle põhjal eraldise väärtuse arvutamise võib jagada nelja põhietappi:

- 1) eraldise hetke- või soovitava algsituatsiooni kirjeldamine, takseerandmete tuvastamine ja nende sisestamine (sh kasvukohatüüp, peapuuliik, praegune või oodatav boniteediklass, puistu täius, jne);
- 2) tulevaste perioodide kululiikide ja nende suuruste identifitseerimine;
- 3) tulevaste perioodide tululiikide ja nende suuruste identifitseerimine;
- 4) neto rahavoo leidmine ning nende tulevikuväärtuse arvutamine (diskonteerimine).

Üldjuhul on stsenaariumi algpunktiks lageda- või selguseta ala või noorendiku arenguklassis olev eraldis, millele alustatakse järgmise metsapõlvkonna modelleerimist. Kui mingid metsakasvatustööd on hinnataval eraldisel juba sooritatud, siis selliste tegevuste kulu on hindaja jaoks null. Sarnaselt, kui eraldisel on toimunud looduslik uuenemine ja see vastab hindaja ootustele, siis uuendamise kulu mudelis ei kaasne.

Kogu kinnistu või kinnistute portfelli väärtuse määramiseks tuleb eraldiste väärtused summeerida. Konkreetse eraldise kohta teostatava hindamise korral tuleb tulemuse leidmiseks sisestada eraldise pindala. Samas võib mudeli alust kasutada teoreetilisteks arvutusteks näiteks 1 ha ühikpindalaga erinevate kasvukohatüüpide standarderaldise analüüsimiseks.

Nähes ette, et puistust kujuneb segapuistu, tuleb eraldise mudel koostada mitmes jaos erinevatele puuliikidele eraldi, arvestades puuliikide tegelikke või loodetavaid osakaale (täiust) puistus. Mudeli edasiarendus võimaldab tulevikus väärtust määrata igas vanuses puistutele, samuti metsakinnistute kogumitele (portfellidele) tervikuna. Viimasel puhul on väärtuse määramine ebatäpsem, kui võtta modelleerimise aluseks kogumi keskmised parameetrid.

2.2.1 Algolukorra kirjeldamine ja kasvustsenaariumi valik

Mudeli sisendite sisestamine algab käesoleva olukorra kirjeldamisega – paremal juhul ajakohaste ja õigete takseerandmete sisestamisega. Metsamaa potentsiaali ja kasutusvõimaluse määrab suuresti ära tema kasvukohatüüp või -tüübid: kasvukoha viljakus ja veerežiim dikteerivad, millised on võimalikud kasvatatavad puuliigid ning milline on nende kasvupotentsiaal. Metsastamata ala kasvukohatüübi määramine võib osutuda väljakutseks – võimaluse korral tuleks aluseks võtta eelmise metsapõlve jooksul määratud kasvukohatüüp, kuid valmis tuleb olla selleks, et mingite väliste mõjurite tõttu (näiteks kuivendamine või soostumine) võib toimuda muutus kasvukohatüübis.

Lähtuvalt määratud kasvukohatüübist tuleb valida nii majanduslikult kui looduslikult sobilik peapuuliik, millega soovitakse antud metsataosa uuendada või mille uuenemine on juba alanud või selle loodusliku uuenemise tõenäosus on piisavalt suur. Peapuuliigi valiku otsus

ei ole paraku üksnes metsakasvataja teha, vaid otsuse suunajaks võib olla ka kasvukoha sanitaarne seisund, kus näiteks eelmise metsapõlve seenkahjustused (juurepess) muudavad küsitavaks sama puuliigi kasvatamise jätkamise, kuigi see oleks majanduslikult eelistatud.

Tuginedes kasvukohatüübi lubatavatele võimalustele ja ajaloolistele andmetele tuleb järgnevalt valida eelduslik boniteediklass. Selle valiku tegemise juures soovitab autor lähtuda konservatiivsuse printsiipidest – varajaste arenguklasside korral on mõõdetavaid parameetreid otsuse tegemiseks vähe.

2.2.2 Tulevaste perioodide kulud

Tulevaste perioodide kulude suurem osakaal langeb metsapõlvkonna kasvatamise esimestele aastatele. Kulu liikideks on kulutused uuenduse rajamiseks või -kaasaaitamiseks (maapinna mineraliseerimine, olenevalt puuliigist istutus- või külvimaterjal ning teostus) edasine taimede hooldamine, valgustusraie jne. Nii kultuurpuistu rajamise kui loodusliku puistu kasvatamisel tuleb pidevalt hinnata, kas praegune uuendus on võimeline täisväärtuslikuks puistuks arenema või eksisteerib ohte, mis puistu kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid näitajaid ohustab ning sunnib metsakasvatajat lisakulutusi tegema näiteks uuenduse täiendamiseks või ulukikahjustuste vältimiseks. Metsakasvatuse „neto kulufaasi“ võib lugeda lõppenuks, kui harvendusraietest tuleneva realiseeritava puidu väärtus vähemalt nullib raiele tehtavad kulutused.

2.2.3 Tulevaste perioodide tulud

Tulude planeerimise käigus tuleb identifitseerida eeldatavate harvendus- ning uuendusraiete ajad ning nende käigus raiutavad mahud (osakaal raie hetke tagavarast). Valitud/kujunenud enamuspuliik, boniteet ja vanus raie hetkel määravad puistuelemendi parameetrid (keskmise kõrguse ja -rinnasdiameetri) raie hetkel. Oodatava raietagavara osas avaldab mõju puistu täiusnäitaja. Metsakasvatusest seisukohast tuleb hinnata, millised on mõistlikud harvendusraiete tsüklid ja kraadid, et raie tulemus annaks puistu arengule positiivse või neutraalse, aga mitte negatiivse tõuke. Uuendusraie puhul on vastavalt

enamuspuuliigile ja kasvukohatüübile võimalik otsustada, kas raie toimub lageraie või mõne muu raieliigi kohaselt.

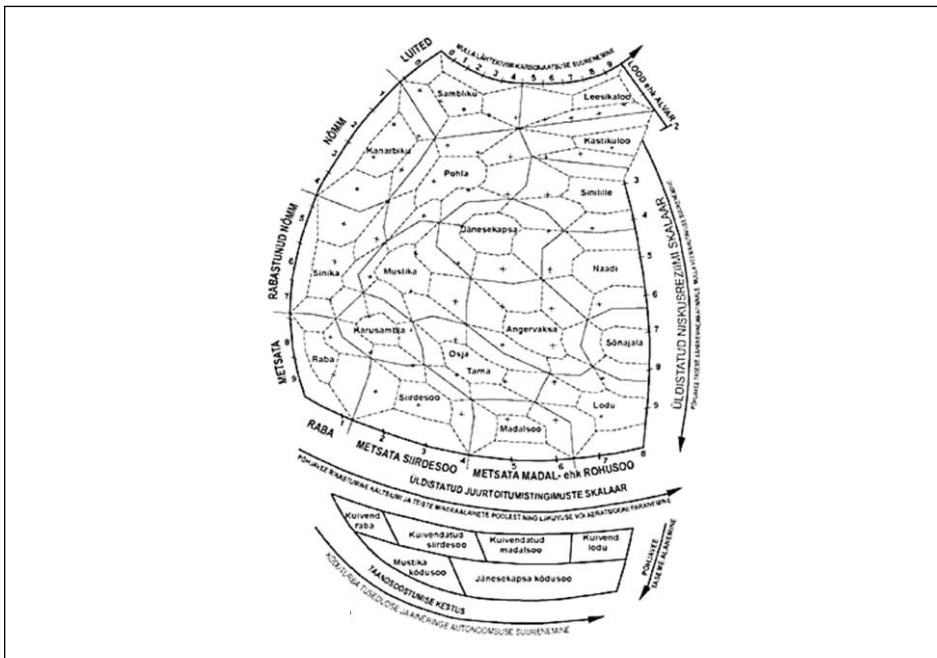
Eelnevalt toodud parameetrite põhjal on võimalik teoreetiliselt määrata ümarmaterjali hulk ning selle jagunemine puidusortimentide vahel. Sortimentideks jaotamine on vajalik, kuna realiseeritava ümarmaterjali hind varieerub sortimentide lõikes oluliselt. Vastavalt raiutavate tüve keskmistele karakteristikutele ja turul kehtivatele sortimendi hindadele kujuneb sortimendiga kaalutud realiseerimishind. Realiseerimishinnast on mõttekas koheselt lahutada materjali ülestöötamisega ja vajadusel ka transpordiga seotud otsesed kulud – sellisena saame metsamaterjali nn „kännuhinna“ ehk neto realiseerimishinna.

2.3 Kasvukohatüübid

2.3.1 Kasvukohatüüp kui metsamaa potentsiaali näitaja

Metsakasvatustlikud valikud paneb suuresti paika, millisel kasvukohatüübil antud puistu asub. Kasvukohatüüp läbi oma bioloogiliste omaduste määrab puuliigid, mis antud kasvukohale on sobivad või ebasobivad; kasvukohatüüp annab infot maa viljakuse kohta, määratledes sellega kasvukoha potentsiaali – kasvukohatüüp peegeldab kasvukohas kasvava puistu võimalikku tootlikkust (Vaus 2005). Kasvukoha headus avaldub puistu boniteedis.

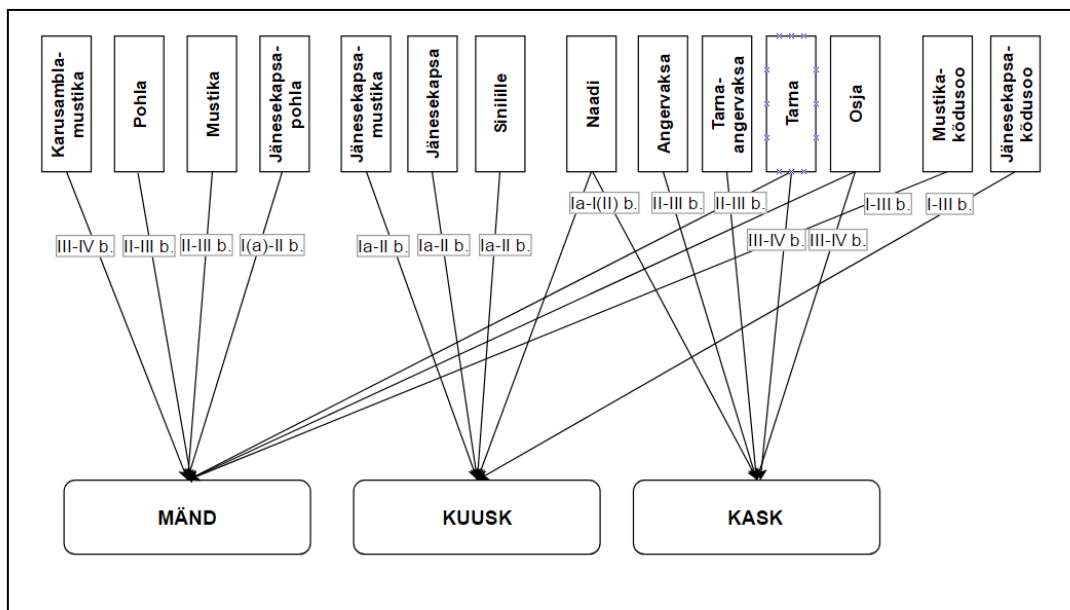
Eestis on kasutusel Erich Lõhmuse metsakasvukohatüüpide klassifikatsioon (joonis 1), mis klassifitseerib tuginedes metsamullale ja taimestikule.



Joonis 1 – Eesti metsakasvukohatüüpide ordineeritud süsteem E. Lõhmuse järgi (allikas: Lõhmus 1984).

Antud töö keskendub viljakamatele, paremat kasvupotentsiaali pakkuvatele kasvukohatüüpidele, kus metsakasvataval on otseses mõttes võimalik tegeleda metsa kasvatamise ja kasvu suunamisega ning metsa kasvatamine on majanduslikult tasuv. Seetõttu on järgnevast käsitlust välja jäetud väheviljakad, madalat kasvupotentsiaali pakkuvad kasvukohatüübid (leesikaloo, kastikulo, lubikaloo, sambliku, kanarbiku ja raba). Sellised metsad moodustavad Eesti metsamaa pindalast alla 5% (Metsaomaniku käsiraamat 2012).

Järgmisena vaadeldakse lähemalt, millised saavad olla metsakasvataja otsustusteed kasvukohatüübist sõltuvalt. Seadusandlikult poolt reguleerib temaatikat KKMm „Metsa korraldamise juhend“ lisa 15 – Eelistatud peapuuliigid kasvukohatüüpides (2009), mis on toodud käesoleva töö lisa 3. (Määruse kohaselt määratakse latiealises puistus peapuuliigiks määruse lisa näidatud sobivam puuliik kui enamuspuuliigiks on puuliik, mis ei ole selle kasvukoha eelistatud puuliik või kui enamuspuuliik ei sobi peapuuliigiks oma seisundi tõttu tingimusel, et määratava peapuuliigi tagavara on vähemalt 40% puistu esimese rinde tagavarast.) Juhuks, kui kasvukohatüüp ei ole teada või seda on raske määrata (näiteks värsketel raiesikel), on välja toodud signaaltaimeliike, mis otsustamist peaks suunama. Kokkuvõtlik illustratiivne joonis kasvukohatüüpide ja puuliikide omavahelise sobivusest on toodud joonisel 2.



Joonis 2 – Eelistatud puuliigid kasvukohatüüpidel; võimalikud boniteedid (Autori joonis).

2.3.2 Männile sobilikud kasvukohatüübid

Pohla, **mustika** ja nende kasvukohtade üleminekuklassid **jänesekapsa (jänesekapsa-pohla)** ja **karusambla (karusambla-mustika)** kasvukohatüüpidele on soodsad ja traditsioonilised kasvukohad männikutele. Mullastikust on valdavad liivased mullad (Metsaomaniku käsiraamat 2012), mis on niiskusastmelt parasniisked kuni niisked, suvel ka kuivad. Kõik nimetatud kasvukohatüübid paistavad silma hästi välja kujunenud puhma- ja samblarinde poolest. (Metsamajanduse alused 2011).

Pohla kasvukohatüübi iseloomustajaks on niiskusrežiimist (muld on kuiv kuni parasniiske, põhjavesi sügaval) tingitud olematu või harv alusmets ja järelkasv; laialt levinud metsatüübiks on II ja III boniteedi pohlamännikud, mis annavad kvaliteetset puitu – puud on sirge tüvega, laasuvad hästi (*Ibid.*). Selle kasvukohatüübi eelisteks on asjaolu, et kuiv pinnas võimaldab raietöid läbi viia aastaringelt (Metsaomaniku käsiraamat 2012).

Raiestikele tekib ohtralt kanarbikku, mistõttu on oht selguseta alad ja noorendikud ekslikult rühmitada kanarpiku kasvukohatüübiks. Männikultuuride ellujäämiseks on vajalik taimed kanarbikust ja jäneskastikust puhtaks niita. (Metsamajanduse alused 2011).

Mustika kasvukohatüüp on võrreldes pohla tüübiga niiskem – esineb reljeefi madalamatel osadel, mistõttu on see kasvukohatüüp kuusele soodsam – esineb nii puhtaid kuusikuid, kui

kuuse-männi segapuistused; kuusk moodustab põhiliselt teise rinde või järelkasvu (Metsaomaniku käsiraamat 2012), seda eriti just II boniteedi puistutes. Peapuuliigina on eelistatud mänd; tüüpiliselt on puistute boniteet II-III. Kuigi mustika kasvukohatüübi puistute koosseisus esineb ja kaske ja haaba, peab Laas vajalikuks rõhutada, et haava jätmise männipuisu koosseisu on vastunäidustatud, kuna soodustab noortel männitaimedel männi-pigirooste-nimelise võrsehaiguse teket. (Metsamajanduse alused 2011).

Mustika kasvukoha raiestikke iseloomustavad ajutiselt tekkivad veelohud (põhjavesi võib periooditi kõrgele ulatuda), mis on puittaimede kasvuks sobimatud. Lagedatel aladel võib mustikas ajutiselt taanduda ja asendada pohlaga; veelgi tugevam on aga kõrreliste (sinihelmikas, võnk-kastevars) pealetung. Mustika kasvukoha raiesmikel on suur kalduvus uueneda aru- ja sookasega, mis männiku kasvatamise eesmärgil tuleks valgustusraie käigus välja raiuda. (*Ibid.*).

Jänese kapsa-pohla üleminekuklass on männikutele kõige viljakam – mulla niiskus ja viljakus on suuremad tänu moreenikihi lähedusele maapinnale ning väheneb seda katva liiva tusedus. Enam levinud puuliigiks on mänd, kuuske võib leida rohkelt II rindes ja järelkasvuna; boniteediklass jääb valdavalt vahemikku I-II (Metsaomaniku käsiraamat 2012), kuid Laas toob välja, et Eesti kõige tootlikumad, Ia boniteediga männikud kuuluvad just sellesse kasvukohatüüpi (Metsamajanduse alused 2011). KKMm „Metsa korraldamise juhend“ (2009) lisa 7 lubab samuti lagedate ja selguseta alade ning kuni 15 aasta vanuste puistute boniteedi määramisel omistada jänese kapsa-pohla kasvukohatüübile Ia boniteedi – võrreldes teiste männi-eelistusega kasvukohatüüpidega on see erandlik.

Tänu pinnase suuremale niiskussisaldusele on kasvukoht sobilik rohttaimedele, nagu maikelluke, laanelill, kilpjalg, leseleht, lillakas, laanelill, jne. (Metsaomaniku käsiraamat 2012); alusmetsa indikaatorliigid on pihlakas, vaariaks ja kitsemurakas (Metsamajanduse alused 2011). Raiestikel jäävad samuti domineerima vaarikas, kilpjalg, erinevad kastikud, põdrakanep, metsmaasikas. Männikultuuri üleskasvatamine võib osutuda vaevarikkaks, sest lisaks tugevale rohurindele levib agressiivselt ka arukask. (*Ibid.*)

Karusambla ja **karusambla-mustika** kasvukohatüübid eristuvad liigniiskete muldadega ja tänu sellele madalama viljakusega. Tegemist on rabastumisprotsessis olevate metsadega; karusambla kasvukohatüüp areneb välja karusambla-mustika kasvukohatüübi edasisel

soostumisel. (*Ibid.*). Kasvukohatüübid tunneb ära tänu rohkele ja saagikale mustikapuhmastikule, mida täiendavad sinikas, sookail ja turbasammal (Metsaomaniku käsiraamat 2012), samas on alustaimestik liigivaene (Metsamajanduse alused 2011).

Domineerivale männile (tüüpiliselt III-IV boniteet) sekundeerib kuusk II rindes või järelkasvus. Nimetatud kasvukohatüüpe ohustab soostumine, mis võib intensiivistuda pärast lageraie. (*Ibid.*).

2.3.3 Kuusele sobilikud kasvukohatüübid

KKMm „Metsa majandamise eeskiri“ lisa 2 – „Metsa uuendamiseks kasutada lubatud ja metsa uuenenuks hindamisel arvesse võetavad puuliigid“ määrab metsa uuendamiseks lubatud puuliikidest **jänesekapsa**, **sinilille** ja **jänesekapsa-mustika** kasvukohatüüpides esimesele kohale kuuse, millele järgnevad mänd ja kask (2006). Ka KKMm „Metsa korraldamise juhend“ lisa 15 deklareerib eelistatud peapuuliikideks nimetatud kasvukohatüüpides kuuse (2009).

Tegemist on mitmetele puuliikidele sobiva kõrge viljakusega kasvukohatüüpidega, millest annab tunnistust nende puistute boniteet, mis jääb reeglina Ia-II klassi (Metsaomaniku käsiraamat 2012). KKMm „Metsa korraldamise juhend“ lisa 7 lubab lagedate ja selguseta alade boniteedi määramisel madalamates klassides jänesekapsa kasvukohatüübi puhul määrata kuni III boniteedi ning sinilille kasvukohatüübi korral ka kuni IV boniteedi (2009).

Eelnimetatud kasvukohatüüpide mullastiku moodustavad viljakad, parasniisked liivsavimullad. Jänesekapsa ja sinilille kasvukohatüübid eristuvad kõige selgemalt nende mulla lähtekivimi poolest: jänesekapsa kasvukohatüübil on selleks karbonaadivaene moreen, sinilille kasvukohatüüp aga baseerub karbonaatsel kivimil (lubjakivil). Muus osas (alusmetsa ja -taimestiku poolest) võivad nad jätta väga sarnase pildi. (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Kasvukohatüüpidele alustaimestiku moodustavad peamiselt rohttaimed ja samblad; iseloomulikud liigid on jänesekapsas, leseleht, laanelill, sinilill ja ülane. Alusmetsa tüüpilised liigid on pihlakas, kuslapuu, sarapuu, magesõstar, vaarikas, jne. Puhmaliike esineb harva, peamiselt mustikat. (Metsamajanduse alused 2011).

Looduses esineb nendel kasvukohatüüpidel enim kuusikuid, kuid ka männikuid ja kuuse-männi segapuistusi. Raiete tulemusena, kui raiesmikud on iseeneslikult uuenenud lehtpuudega, on tekkinud rohkesti kaasikuid ja haavikuid, kus kuusk esineb II rindes või järelkasvuna. (*Ibid.*) Nagu viljakatele kasvukohatüüpidele omane, tekib raiestikele pärast raiet rohkelt kõrrelisi, mis muudab rajatud kultuuri või tekkinud uuenduse arengu raskeks. Seepärast on okaspuu uuenduse hooldus ja valgustusraie kase domineerimise tõrjumiseks kriitilise tähtsusega. (*Ibid.*).

Sinilille kasvukohatüübi nõrkustest tuleb esile tuua juurepessu esinemise rohkus. Juurepessu leviku piiramiseks soovitab Laas antud kasvukohatüübis mitte kasvatada puhtkuusikuid, vaid okas- ja lehtsegametsi. Juurepessunakkuse tõenäosus väheneb, kui harvendusraied teostada külmal aastaajal. (*Ibid.*).

2.3.4 Kasele sobilikud kasvukohatüübid

Kase jaoks on soodsad parasniisked kuni märjad kasvukohatüübid. Noores eas on kask kiirekasvuline, mistõttu suudab viljakatel muldadel alistada nii rohurinde, kui saavutada edumaa konkureerivate männi ka kuuse ees. Parimaid kasvutingimusi pakuvad kasele lubjarikastel lähtekivimitel tekkinud tüsedad viljakad niisked ja märjad mullad. (Metsamajanduse alused 2011).

Naadi kasvukohatüüp eeldab väga viljakat, soodsa veerežiimiga keskmise ja raske lõimisega (liivsavid, savid) mulda. Tihtilugu võib tegemist olla endiste põllumaadega, mis nüüdseks on metsastunud. Kasvukohatüübile on iseloomulik rohke ja liigirikas rohurinne, kus on esindatud naat, kopsurohi, metspipar, jne; samas puhmarinne puistatud puudub. Alusmetsa moodustavad sarnaselt jänsekapsa ja sinilille kasvukohatüüpidele pihlakas, kuslapuu, sarapuu, magesõstar ning lisaks võib koos lepaga kohata toomingat. (*Ibid.*).

Naadi kasvukohatüübil on sobivaimateks puuliikideks lehtpuud (kask, hall lepp, haab), kuid haruldane pole ka nende kasv segus kuusega (kuusk II rindes) või puhtad kuusikud. Männikuid esineb naadi kasvukohatüübil üliharva. Puistute boniteet jääb valdavalt klassidesse Ia-I, harva II. (Metsaomaniku käsiraamat 2012).

Lageraie järgselt võib raiestikel toimuda mulla niiskustaseme tõus; tekivad märjad lohud, mistõttu kuuse kultiveerimine ei ole efektiivne. Laas soovib selleks moodustada künkaid. Kasvukohale iseloomulik märjapoolne pinnas seab piirangud raietegevusele, mistõttu need tuleks planeerida talviste raietena. (Metsamajanduse alused 2011).

Angervaksa, tarna ja osja kasvukohatüübid moodustuvad perioodiliselt liigniisketel muldadel. Puistute teke antud kasvukohtadesse võib sageli olla seotud endiste heina- ja karjamaade metsastumisega. Kasvukohad on sobivad kaasikutele ja ka hall-lepikutele, kuid esineb ka segapuistused, kaasa arvatud okaspuid. (Metsaomaniku käsiraamat 2012).

Angervaksa kasvukohatüüp esineb ojade ja jõgede ümbruses; põhjavesi on hästi liikuv, kerkides kevadel kuni maapinnani ja taandudes suve teisel poolel, jättes mulla parasniiskeks. Niiskustaseme sõltub ka perioodi sademeterohkusest. (Metsamajanduse alused 2011).

Angervaksa ja tema üleminekuklass **tarna-angervaksa** on suhteliselt viljakad – boniteediklassid II-III. Kuivendamise tulemusena võib angervaksa kasvukohatüübis saavutada ka I boniteedi viljakusklassi – sellisel juhul hakkab mullastik ja alustaimestik sarnanema pigem naadi kasvukohatüübiga (*Ibid.*). Tegemist on segapuistutega, mis koosnevad aru- ja sookasest, kuusest, sang- ja hallist lepast ning haavast – kõik nimetatud liigid võivad olla ka puistu enamuspuuliigiks, kuid enim esineb kaasikuid. (Metsaomaniku käsiraamat 2012).

Kasvukohatüübile omased alusmetsa puud ja põõsad on pajud, pihlakas, must sõstar, paakspuu, toomingas, kuslapuu ja näsiniin. Lopsakas alustaimestik domineerib angervaks; puhma ja samblarinne puuduvad. (Metsamajanduse alused 2011).

Tarna kasvukohatüübi eelduseks on liivane pinnas, **osja** kasvukohad moodustuvad savil ja liivsavil; mõlemal juhul on tegemist kõrge põhjavee tasemega (kevadest ja sügisel ulatub maapinnani), mis on väheliikuv. **Tarna** ja **osja** kasvukohatüübid on vähem viljakad – boniteediklassid valdavalt III-IV (Laasi andmetel tarna kasvukohatüübi keskmine IV-Va). Puistud on madala täiusega sookaasikud ja -männikud. Kuivendamise tulemusena on võimalik boniteet viia III klassini; kuivendamine on ka kuusepuistute tekke eelduseks. (Metsamajanduse alused 2011).

Alusmetsaks on paakspuu ja pajud, esineb ka kadakat; alustaimestiku moodustavad tarnad, kõrrelised ja harvemal juhul pilliroog. Puistu maastik on tugevalt künklik. (Metsaomaniku käsiraamat 2012).

2.3.5 Kõdusoo kasvukohatüübid

Liigniiskuse all kannatavate soometsade pikaajalise kunstliku kuivendamise tulemusena on moodustunud kõdusoo kasvukohatüübid, mis soodsa veerežiimi püsimisel võivad olla väga viljakad (boniteet I-III), eriti männi ja kuuse jaoks: **jänesekapsa-kõdusoo** tüübis domineerivad kuusikud ning **mustika-kõdusoo** tüübis männikud (Metsaomaniku käsiraamat 2012), Laasi andmetel ka kaasikud koos kuuse järelkasvuga (Metsamajanduse alused 2011). Väga õhukese turbakihi kuivendatud kõdusoo alad muutuvad ajapikku angervaks kasvukohatüübiks; pärast liigniiskuse kõrvaldamist mulla ülemisest kihist muutub alustaimestik arumetsadele sarnaseks. (Metsamajanduse alused 2011).

Mustika-kõdusoo kasvukohatüübi alustaimestik sarnaneb mustika kasvukohatüübile, seda just tänu puhmaste (mustikas, pohl, kanarbik, sookail) rohkusele. Eeldades kuivendussüsteemide jätkuvat toimimist, tuleks raiete ja uuendustega igati toetada männi teket ja kasvu. (*Ibid.*).

Jänesekapsa-kõdusoo puistute enamuspuuliigiks on tavaliselt kuusk, kuid kasvukoht on soodne ka kasele ja männile; boniteet võib kohati tõusta Ia klassini. Samas on kuusepuistud tormihellad ja tormiheite esinemine ei ole harv nähtus. Alustaimestik on sarnane jänesekapsa kasvukohatüübile, kus esinevad toomingas, pihlakas, vaarikas, kuslapuu ja lodjapuu; alarindes jänesekapsas, leseleht, laanelill, kattekold. Esineb ka samblarinne. Kasvukohatüübi raiestikel varjulembene rohhtaimestik hukkub ja asendub kõrvenõgese, vaarika, seaohaka, põdrakanepi jt-ga.

Metsa majandamisel tuleks arvestada, et puude juured (eriti kuuskedel) on väga maapinna lähedased. Taassoostumise vältimiseks tuleb hoida kuivenduskraavid töökorras. Raied õnnestuvad paremini külmunud maapinna korral, uus metsapõlvkond (kuusk) tuleks rajada kultiveerides, mis hiljem nõuab hoolikat kultuuride hooldust. (*Ibid.*).

Eelnevast peatükis käsitletud kasvukohatüüpide omadustel ja seostel erinevate puuliikidega on otsene mõju metsamaa väärtusele – just kasvukohatüüp määrab ära, milline on ühe või teise maatüki potentsiaal metsa kasumlikuks kasvatamiseks. Teisisõnu – kasvukohatüüp määrab ära võimalused, majandamise lõpptulemus sõltub aga metsakasvataja edasistest tegevusest. Töö viimases osas vaadeldakse lähemalt, kuidas kujuneb metsamaa väärtus just kasvukohatüübist sõltuvalt.

2.4 Peapuuliigi valik

Eelnev peatükk selgitas, millised metsakasvatuslikud raamid seab tulevasele puistule tema kasvukohatüüp. Mitmel juhul kaasnevad kasvukohatüübiga väga konkreetsed võimalused/soovitused, teistel juhtudel aga (peamiselt viljakate kasvukohatüüpide korral) jääb uue metsapõlve peapuu valik ja metsa koosseisu kujundamine metsakasvataja ülesandeks. Kokkuvõttes: metsakasvataja peab valima tulevase peapuuliigi sõltuvalt kasvukohatüübi poolt seatavatest keskkonnatingimustest ja eeldatava peapuuliigi bioloogilistest iseärasustest ning eelnevaga arvestades leidma puuliigi või koosluse, mille kasvatamine oleks majanduslikult mõtteks ja teostatav. Peapuuliigi valikust hakkavad sõltuma edaspidised metsakasvatuslikud tööd, mida tuleb planeerida nii ajaliselt, kui rahaliselt – olgu rõhutatud, et (eriti okas-)puistu kasvatamise algaastad tähendavad metsakasvatajale otsest rahalist kulu. Metsakasvataja peab endale aru andma, et kultuurpuistu rajamine kaotab mõtte, kui edasiste aastate jaoks puudub rahaline (ja/või ajaline) ressurss puistu hooldamisega tegelemiseks.

Järgnevalt on käesolevas töös vaatluse alla võetud puuliikide – hariliku männi, hariliku kuuse, arukase, sookase ja hariliku haava – olulisemad bioloogilised omadused, mille teadmine aitab metsakasvatajal oma edasist tegevust majanduslikult mõtestada.

Mänd – Eesti üks olulisemaid puuliike – kasvuala moodustab ca 1/3 Eesti metsadest. Tema eripäraks on võime kasvada nii ekstreemsetes (nii liigniisketes kui liigkuivades) kui ka viljakates kasvutingimustes, samuti nii happelistel, kui aluselistel muldadel (Metsamajanduse alused 2011). Paljuneb seemneliselt, kuid seemneaastad vahelduvad 3-4 (7) aasta järel. Võimeline uuenema nii looduslikult, kui kultiveerides – nii istutades kui

külvates. On valgusnõudlik – teiste puude ja rohurinde varjus jääb uuendus kiratsema ja võib hukkuda. On külmakindel, kuid lumerohked talved võivad murda oksid/latvu. Juurestik sügaval, mistõttu tormidele suhteliselt hästi vastupidav – seda ka hõredas puistus.

Puudused: aldis erinevateks kahjustusteks kahjurite (männikärsakas, männimähkur, erinevad üraskid, jne), seenhaiguste (männi-pigirooste, männi-juurepess, jne) kui ulukite (põder) poolt (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Ei saa kasvatada segus koos haavaga seenhaiguste (männi-pigirooste) leviku tõttu.

Kokkuvõtteks: on võimeline looduslikult uuenema (hea seemneaasta eeldusel), aga seda pigem kuivematel muldadel (pohla kasvukohatüübis), kus konkurents teiste puude ja taimedega väiksem. Viljakatel kasvualadel vajab hooldamist, kuna on valgusnõudlik. Kasvades segapuistus koos lehtpuudega on oluline lehtpuud (kask) valgustusraie käigus eemaldada, kuna kontakt konkurentidega häirib männi võrsete arengut. Hea laasumise eeltingimuseks on piisavalt tihe puistu.

Kuusk – Eesti metsadest moodustab kuusikute pindala ca 20% (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Vajab kasvuks viljakat ja parasniisket mulda; põuakartlik ja ei talu seisvat vett/üleujutusi. (Metsamajanduse alused 2011). Paljuneb seemneliselt, kuid seemneaastad vahelduvad 4-6 aasta järel. Eeslistatud uuendamine toimub sobilikel kasvukohtadel istutamisega rajatud kultuurpuistutes. (Kask 2009).

Noored taimed on hellad temperatuuride kõikumiste, päikese põletuse ja liigniiskuse suhtes, samas taluvad hästi varju – areng toimub eelistatult teiste taimede turbe all. Noores eas haiguste, kahjurite ja ulukite suhtes suhteliselt resistentne: võimalikud kahjustajad on männikärsakad, mitmed üraskid, seenhaigustest juurepess ja ulukitest metskits (*Ibid.*). Juurestik pindmine, mistõttu kuusikud (eriti niisketel kasvukohtadel) on suhteliselt tormihellad – see asjaolu sunnib uuendusraiena kasutama lageraiet ning harvendusraiete korral eelistama madalat raiekraadi.

Kokkuvõtteks: kuusel on võimalik lasta looduslikult uueneda vaid teiste (leht)puude turbe all või kitsal raiestikul vana kuusiku varjus. Noores eas ei vaja ehk nii palju hoolt, kui mänd, kuid sarnaselt männi kasvatamisega tuleb valgustusraie käigus vabastada konkureerivatest

lehtpuudest. Äärmine vastuvõtlikkus juurepessu nakkuse vastu sunnib kuusikuid majandama suure ettevaatusega ja võimalikult harva.

Arukask ja sookask – Eestis väga laialt levinud puuliigid, sarnaselt männiga moodustab nende kasvuala ca 1/3 Eesti metsadest (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Arukask suudab kasvada mitmesugustel kuivadel kuni niisketel muldadel; sookask talub hästi ka märgi, väheviljakaid soostunud muldi (Metsamajanduse alused 2011).

Kask paljuneb kergesti seemnetekkeliselt, kase seemneaastad on sagedased ja rikkalikud; seemned levivad ja idanevad hästi (*Ibid.*). Noores eas kiirekasvuline, ületab kasvus nii rohurinnet, kui okaspuid. Võimeline kiiresti ja edukalt looduslikult uuenema väga erinevates (parasniisketes ja märgades) tingimustes; kultuure rajatakse, kuid pigem harva. Ei vaja esimestel aastatel erilist hooldust kuni valgustusraieni.

Talub ekstreemseid tingimusi – temperatuuri kõikumisi, otsest päikesevalgust, ajutist liigniiskust (eriti sookask). Looduslikke kahjustusi esineb harva. On valgusnõudlik – uuenduse tekkimine ülarinde alla on vähetõenäoline (*Ibid.*). Juurestik on keskmise sügavusega ja tugev (Metsaomaniku käsiraamat 2012).

Kokkuvõtteks: kase kasuks räägib lihtne looduslik uuenemine, kiire kasv ning okaspuudest lühem raiering. Suure tagavaraga kaasiku kasvatamisel/jämeduskasvu saavutamiseks tuleb tõsiselt suhtuda valgustus- ja harvendusraietesse, mida tuleb alustada juba varakult ning sooritada tugeva kraadiga.

Haab – puhtpuistuna Eestis vähe levinud, kuid esineb sageli kuuse-lehtpuu segametsades. Talle sobivad viljakad, parasniisked mullad, meeleldi asustab endiseid põllu- ja karjamaid. Paljunemine toimub peamiselt juurevõsust, noorena annab ka kännuvõsu. (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Kiirekasvuline ja külmakindel, valgusvajadus on suur (Metsamajanduse alused 2011).

Kokkuvõtteks: lühikese raieringiga, tooraineks tselluloosi- ja paberitööstustele. Vajab noores eas tugevat harvendust (kokku kaks ringi). Väga kergesti nakatatav seenhaiguste (haavataelik ja haava tuletaelik), tüvemädanik väga laialt levinud.

2.5 Puuliikide vaheldumine

Uuendatavas puistus peapuuliigi valikut tehes või jälgides peapuuliigi kujunemist looduslikult uuenevates puistutes, tuleb kindlasti silmas pidada nähtust nimega suktsessioon. Suktsessioon on koosluse vahetus samas kohas – pikaajaline taimkatte arengurida, mis lõpeb püsiva kliimakskooslusega (Kask 2009). Mainitud nähtusel põhineb puuliikide vaheldumine samal maa-alal (*Ibid.*); puuliigi võime endist sama kasvukohta valitsenud liiki välja tõrjuda baseerub liigi bioloogilistel omadustel, nagu paljunemise kiirus, kasvukiirus ning mullastikunõudlusel.

Kask (2009) kirjutab: „Puuliikide vaheldumine on eeskätt iseloomulik viljakatele kasvukohtadele, sest just viljakas kasvukohas on võimelised konkureerima mitmed taime- (s.h. puu-)liigid. Kehvade kasvutingimuste korral konkurents puudub ja liigilist vaheldumist ei toimu.“. Liikide vaheldumiseks on eriti soodne olukord, kus keskkonnas toimuvad kardinaalsed muutused – olgu need siis inimtekkelised (lageraie) või looduslikku päritolu (metsapõlengud, tormi- ja kahjurirüüsted).

Agressiivselt uut kasvukohta hõivavad puuliigid võib ära tunda järgmiste karakteristikute järgi (*Ibid.*):

1. rikkalik, iga-aastane viljakandvus;
2. kerged, kaugele levivad seemned;
3. hea võimekus vegetatiivselt (kännu- või juurevõsust) paljuneda;
4. kiirekasvulisus (eriti noores eas);
5. külmakindlus.

Loetletud bioloogilised omadused iseloomustavad meil levinud pehme-lehtpuid – kaske, haaba ja halli leppa.

Eesti tüüpiliste okaspuude – männi ja kuuse – bioloogilised omadused ei soosi nende liikide kiiret uuenemist eriti just lagedatel aladel:

1. seemneaastad ei ole iga-aastased

2. tundlikkus temperatuurikõikumiste suhtes – kuusel hiliskülmade ja päikesepõletuse oht;
3. allajäämine kõrrelistele tänu aeglasele kasvule;
4. putukate ja (pisi)ulukite kahjustused (kärsakad, närilised, sõralised).

Kask mainib (2009), et Eesti metsades enim levinud puuliikide vaheldumise juhtumid on:

1. kuuse vaheldumine pehmete lehtpuudega;
2. männi vaheldumine pehmete lehtpuudega;
3. männi vaheldumine kuusega.

Kõige sagedasem vaheldumise ilming on kuuse vaheldumine lehtpuudega – arukase, haava ja halli lepaga – seda just viljakates, näiteks mustika ja angervaksa kasvukohatüüpides (Kask 2009). Männi vaheldumine lehtpuudega – eeskätt arukase ja haavaga – on tõenäoline toimuma viljakatel, värsketel ja niisketel muldadel (jänesekapsa-mustika, pohla, jänesekapsa-pohla ja mustika-pohla kasvukohatüüpides) (*Ibid.*). Männi kui valguslembelise liigi looduslik uuenemine viljakatel kasvukohtadel võib saada takistatud kõrreliste kiire kasvu ja maapinna kamardumisega. Talvel hukuvad noored männitaimed lamanduva kulu all. Männi looduslik uuenemine saab ilma metsakasvataja sekkumata edukalt toimuda vähese taimestikuga aladel; looduslik uuenemine on võimalik tänu männi kiirele kasvule noores eas, tema külmakindlusele ja resistentsusele päikesepõletusele. (*Ibid.*).

Peatükis 2.4 mainitud kuuse välja kasvatamine lehtpuu turbe all põhineb just kirjeldatud suktessiooni nähtusel. Lehtpuunoorendiku all on algul tegemist kuuse järelkasvuga, mis aja kulgedes ja lehtpuupuistu hõrenedes murrab end algul teise, seejärel esimesse rindesse ning moodustud kuuse-lehtpuu segapuistu. Oskuslike hooldusraietega on võimalik kuuse järelkasvule kaasa aidata.

Uue metsapõlvkonna teket ja kasvu modelleerides ja stsenaariume luues tuleb kriitiliselt käsitleda võimalust, et looduslikule uuenemisele jäänud viljakas endine okaspuu kasvukoht ei reprodutseeri ilma inimese sekkumata mitte sama, soovitud puuliiki. Isegi kui eeldused sama puuliigi edasikestmiseks on olemas, tuleb arvestada tugevale inimsekkumisele kasvuvõimaluste taastamisel, mis väljenduvad rahaliste kulutustena ja tuleb rahavoo mudelis arvesse võtta metsapõlvkonna algusaastate kuluna.

2.6 Boniteediklassi prognoosimine

Mudeli üheks tundlikumaks osaks on valitud peapuuliigile boniteediklassi omistamine. Ajaloolised eelmise metsapõlve ja piirnevate alade andmed võivad anda hea sisendi, samuti on mitmed, eeskätt mullastikust ja kasvukohatüübist tulenevad kriteeriumid (käsitleti peatükis 2.3), mis boniteediklassi kujunemist määravad.

Tuleb meeles pidada, et boniteediklassi prognoosimine eeldab konkreetset peapuuliiki, ehk antud mullastikulised tingimused lubavad just teatud puuliigil saavutada ühe või teise boniteediklassi. Kui metsapõlvkondade vaheldumisel on tegemist ka peapuuliigi muutusega (vt. peatükk 2.5), on tagajärjeks uus olukord, kus ajaloolistest andmetest vähe abi. Laas mainib ära, et samasugustes mullatingimustes kasvavate erineva puuliigi puistutel võib olla erinev boniteet ning ka sama puuliigi korral võib puistu boniteet puistu eluea jooksul mõnevõrra muutuda. (Metsamajanduse alused 2011). Boniteediklassi parandamise näitena võib tuua liigniiskete alade metsakuivendustööd (Metsaomaniku käsiraamat 2012).

Eeldatava boniteediklassi prognoosimisel soovitab autor igal juhul järgida konservatiivsuse printsiipi, kuna liiga optimistlikud eeldused võivad viia ülehinnatud tulemuste ning sellest tulenevate ennatlike otsusteni.

2.7 Metsakasvatustlike tööde modelleerimine

2.7.1 Metsapõlvkonna majandamise etapid

Pärast hindamisülesande algolukorra kirjeldamist tuleb kirjeldada metsakasvatustlike tegevuste ahel, mis peab lõpuks välja viima soovitud võimaliku tuluni ehk raieküpse, optimaalse produktiivsusega metsa staadiumini. Metsakasvatuse olulisteks vaheetappideks on konkreetses puistus:

1. Metsa uuendamine (juhul, kui hinnatavaks objektiks on raiestik või muul põhjusel tekkinud lage ala);

2. Kultuuride hooldamine (kui valitud peapuuliigi kasvatamine seda nõuab);
3. Hooldus- ja uuendusraied.

Nagu eelpool kirjeldatud, on iga metsakasvatustlik võtte konkreetselt seotud puistu peapuuliigi või segapuistus kasvavate liikidega. Metsakasvatustlike tööde valikuga kujundab metsakasvataja tegeliku lõpptulemuse ehk raieküpse puistu, millest tulenev rahavoog on kogu metsapõlvkonna kasvatamise tsüklis kõige suurema tähtsusega.

2.7.2 Metsa uuendamine

Hindamismudeli seisukohalt on vajalik otsustada, millist uuenemismetoodikat kasutada, millest tulenevalt selguvad erinevate toimingute ja sellega kaasnevate kulude vajalikkus ja suurus.

Vastavalt kehtivale Metsaseadusele (2006) lasub metsamaa omanikul kohustus „rakendada metsa uuendamise võtteid vähemalt 0,5 hektari suuruse pindalaga hukkunud metsaosades või raiesmikel kahe aasta jooksul hukkumisest või raiest arvates“. Sama seaduse § 24 defineerib metsa uuendamise võtted, milleks on:

1. maapinna ettevalmistamine puuseemnete külvamise ja puude istutamise võimaldamiseks või loodusliku uuenduse tekkele kaasaaitamiseks;
2. puuseemnete külvamine;
3. puude istutamine;
4. metsakultuuri hooldamine;
5. loodusliku uuenduse tekke ja arengu soodustamine muul viisil.

Uuendamisvõtete tulemusena peab hiljemalt viis aastat pärast lageraiet või metsa hukkumist tulemuseks olema uuenenud mets (*Ibid.*). Otseselt metsa uuenduse tekkimiseks on kaks võimalust: a) loodusliku uuenduse teke või b) kunstlik metsa kultiveerimine puutaimede istutuse või seemnete külvi näol. Metsakasvataja otsus ühe või teise meetodi kasuks saab olla juhitud mitmete väliste tegurite poolt.

Loodusliku uuenemise kasuks otsustamisel peavad seda soosima nii looduslikud tingimused, kui see peab ka olema metsakasvataja teadlik soov. Loodusliku uuenemise

eeltingimuseks on esiteks uuendamisvõimaluste olemasolu uuenduse allikate näol. Siin all on silmas peetud seemnete leviku võimalust naaberpuistust või raiumata jäätud seemnepuudelt (seemnetekkelise uuenduse korral). Soovides vegetatiivse paljunemise võimekusega puuliikide (haab, lepad, pajud) uuenemist, on eelduseks, et liigid esinesid ka eelmises metsapõlves ja on suutelised andma kännu- või juurevõrsusid.

Seemnete leviku seisukohalt on kriitiline võimalike seemneallikate kaugus ja asukoht uuenemist ootava ala suhtes. Erinevate autorite soovitusel on küll lahknemine mõnevõrra, kuid üldistatult võib lugeda seemnete leviku piiriks vahemaa, mis on võrdne seemne allika (naaberpuistu või seemnepuu) kahekordse kõrgusega (Metsamajanduse alused 2011).

Teiseks looduslikuks eeltingimuseks on kasvukoha sobilikkus looduslikuks uuenduseks, mille all tuleb mõista maapinna ning valgus- ja veerežiimi sobivust puuseemnete idanemiseks. Maad kattev rohukamar ja samblarinne ei tohi olla segavalt liiga tihe, maapind peaks vähemalt osaliselt olema raiejäätmetest vaba. Uuendust ei tohiks ohustada liigvesi ja valguslembelistele liikidele peab olema tagatud piisaval hulgal valgust. (*Ibid.*). Palo jt (2004) on leidnud oma uurimistöös, et loodusliku uuenduse õnnestumisele aitab oluliselt kaasa maa mineraliseerimine.

Loodusliku uuenduse allika ja soodsate tingimuste olemasolul jääb metsakasvatajale siiski otsustuskoht, kas ta (majanduslikel kaalutlustel) soovib uuenemist liikidega, milleks antud uueneval alal on kõige rohkem looduslikku potentsiaali. Metsakasvataja otsus võib olla tingitud ka seen- jm haiguste potentsiaalist, mis eelmises metsapõlves on avaldunud – haiguste leviku tõkestamiseks eelmiselt põlvelt järgmisele (näiteks juurepessu esinemise korral) võib teadlikult esile kutsuda peapuuliigi vahelduse, kus raiutud ja kahjustatud okaspuu metsapõlvele järgnevat valitakse ühe põlvkonna jooksul lehtpuu.

Laas võtab eelnevad tingimused kokku, pakkudes kasvukohatüübid, mis oleks mõistlik jätta looduslikule uuenemisele, kuna „soovitava loodusliku uuenduse tekkimine on seal tõenäoliselt kiire ja ühtlane.“ Nendeks kasvukohatüüpideks on (Metsamajanduse alused 2011):

- a) märke, vähetootlikud alad – sinika, karusambla, siirdesoo, madaloo, lubikaloo, osja ja tarna kasvukohatüübid;

- b) viljaka niiske ja märja mullaga kasvukohad, kui on eeldused nende uuenemiseks arukase ja sanglepaga – naadi, sõnajala, angervaksa ja lodu kasvukohatüübid;
- c) kuivad, sambliku ja kanarbiku kasvukohatüübid (seda vaid juhul, kui uuendusraie on tehtud häil- ja veerraiena kuni puistu kõrguse laiuste lankidena, et vana puistu pakuks uuendusele kuivas kasvukohas piisavalt varju).

Nagu eelnevast võis veenduda, siis enamus loodusliku uuenduse jaoks sobivatest kasvukohatüüpidest läheb käesoleva töö fookusest mööda, ehk loodusliku uuenemise õnnestumist prognoositakse vaid ekstreemsetele, vähetootlikele madala boniteediga aladele. Suurem tõenäosus loodusliku uuenemise õnnestumiseks on kasel ja haaval, seda naadi, angervaksa ja osja kasvukohatüübiga aladel. Laialdaselt praktiseeritakse Eestis ka männi looduslikku uuenemist, seda just sobivamates kuivades kasvukohtades – looduslikule uuenemisele kaasaaitamine maapinna mineraliseerimise näol ja hilisem kultuuride hooldus muudavad võtte õnnestumise tõenäosuse olulisel kõrgemaks.

Metsa kultiveerimise (kultuurpuistute rajamise) kohta ütleb Laas: „Metsade kunstlik uuendamine ehk metsakultuuride rajamine on traditsiooniliselt seotud eelkõige majandusliku aspektiga – kui metsade majandamine on majanduslikult tasuv, on sellisel uuendamisel ka mõtet. Aktiivne metsauuendamine on suunatud suurema majandusliku kasu saamisele raieringi jooksul.“ (Metsamajanduse alused 2011). On igati mõisteta, et suurema tulu potentsiaal ja sellega kaasnev majandustegevuse rentaablus on suuremad suurema tootlikkusega metsamaal; kõrgema boniteediga aladel on metsa kunstlik uuendamine ratsionaalsem ja õigem (*Ibid.*).

Uuendada tuleks mitte ainult värsked raiestikke, vaid ka:

1. metsad, mis on saanud kannatada ilmastiku või loodushäiringutega (tormikahjustused, põlengud);
2. täielikult või osaliselt: kus eelnev uuendus ei ole andnud soovitavaid tulemusi;
3. mittesobiva koosseisuga noorendikud.

Metsauuendustöid tuleb teha kasutades kasvukohatingimustele vastavalt selliseid uuendamisviise, mis mõõdukate kuludega annaksid paremaid tulemusi. (*Ibid.*). Traditsiooniliselt rajatakse Eestis kuuse- ja männikultuure, vähemal määral kase ja muude lehtpuude kultuure. Kuuse, männi ja kase kultiveerimine toimub istutamise teel, männi puhul

lisaks veel külvamise teel. U. Roht soovib kaheaastaseid männi seemikuid istutada raskematele viljakamatele muldadele, arvuga 3 000-5 000 tk/ha (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Kuuse kultuuri rajamisel soovib Roht võtta algtiheduseks 2000-2500 istikut hektari kohta (*Ibid.*).

Ulukite võimaliku kahju ja teiste taimede varajase väljalangemise riskide vähendamiseks kasutatav lihtsaim võte kultuurpuistut rajades on suurema algtiheduse lubamine eeldades, et mingi osa istikutest erinevatel põhjustel hakkub. Kask (2009) ütleb: „(Võte) muudab kultuuri rajamise kallimaks ja töömahukamaks, kuid samas näiteks 1 000 lisataime istutamine hektari kohta võib osutuda lõpuks odavamaks, kui väljalangenud taimede asendamiseks tehtavad kulutused mõne aasta pärast.“

2.7.3 Selguseta alade ja noorendike uuenduse hindamine

Käesoleva töö skoopi kuuluvad ka juhtumid, kus hinnatakse selguseta alasid ja noorendikke, ehk siis hinnatakse eraldisi, kus metsa uuenemine (kas siis looduslikult või kultiveerimise teel) on suuremal või väiksemal määral juba ära toimunud. Selguseta alade ja noorendike hindamisel tuleb alustada nende hetkeolukorra hindamisest. Hindaja esmaseks ülesandeks siin on anda hinnang, milline on puistu arengupotentsiaal – hinnata puistu kooslust, arvukust, elujõulisust, tervislikku seisundit, jne – ja teha järeldus, kas hetkeolukorra baasil võib eeldada uuenduse kasvamist soovitud koosluse ja täiusega puistuks. Kui hetkeolukord ei peegelda küpses eas puistu täispotentsiaali saavutamist, tuleb puistu kasvatussenaariumisse lisada, milliseid töid (näiteks täiendavat istutamist või külvi) oleks mõistlik ette võtta, et puistu arengut soovitavas suunas mõjutada.

Kask (2009) väidab, et 10 aastases looduslikult uuenenud puistus võib normaaltingimustes olla umbes 5 000 - 10 000 puud hektaril. KKMm „Metsa majandamise eeskiri“ (2006) annab paragrahvis 16 arvulised piirid, mille korral võib lugeda, et mets on uuenenud. Uuenenuks loetakse metsa, kui puude arv hektaril on:

1. vähemalt 0,5 m kõrguste ja kõrgemate harilike mändide korral vähemalt 1 500 taime hektaril;
2. vähemalt 0,5 m kõrguste ja kõrgemate harilike kuuskede korral vähemalt 1 000 taime hektaril;

3. vähemalt 1,0 m kõrguste ja kõrgemate muude metsa uuendamiseks sobilike puuliikide korral vähemalt 1 500 taime hektaril.

Eeldades kultuuride aktiivset ja järjepidevat hooldamist võib eelnevad tihedusmäärad võtta minimalseks standardiks, mille korral võib piisava tõenäosusega eeldada, et noorendikust areneb täisväärtuslik, korraliku täiusega puistu.

2.8 Hooldusraied

Puistu arengu käigus on puude väljalangemine ja puistu hõrenemine loomulikud looduslikud protsessid. Viljakatel kasvukohtadel seisneb hooldusraiete eriline tähtsus puuliikide vaheldumise vältimises, et kujundada soovitud ja sobiv puistu liigiline koosseis. Kask (2009) võtab kokku: “Hooldusraie annab inimesele võimaluse kasutada ära puistu hõrenemise käigus välja langevate puude puit ja puistu tihedust reguleerides anda kasvuruumi parimatele ja väärtuslikumatele liikidele”. Hooldusraiete ülesandeks erinevas vanuses puistutes on (*Ibid.*):

1. puistute liigilise koosseisu reguleerimine, puude valgus;
2. puistute valgus- ja toitetingimuste parandamine;
3. puistute tiheduse reguleerimine;
4. puistute kvaliteedi ja sanitaarse seisundi parandamine;
5. looduslikult väljalangevate puude puidu ära kasutamine.

Hooldusraiete ülddefinitsiooni all mõistetakse valgustus-, harvendus- ja sanitaarraieid. Käesolevas töös käsitleme harvendusraieid eraldi, seda sõltuvalt töö teostamise viisist ja välja raiutava puidu realiseerimise võimalikkusest.

Valgustusraied sooritatakse puude valgus- ja toitetingimuste parandamiseks ning ka puistu liigilise koosseisu kujundamiseks. Valgustusraie on eriti oluline leht- ja okaspuu segapuistutes – seal algavad raietsüklid varem (4-6 aastast) ning korratakse 4-5 aasta pärast, eemaldades eeskätt okaspuid piirava lehtpuud. Puhtokaspuupuistutes, kus konkurents toimub liigikaaslaste vahel, algavad harvendusraied puistu 10-aastasest vanusest.

Männikutes soovitatakse puistu elutsükli jooksul teha soovituslikult 1-2 valgustusraiet. Kuusikutes raiutakse valgustusraie korras ära kuuse kasvu häirivad lehtpuud ja põõsad alates 4-6 aastast. (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Valgustusraie kordusperiood Ia-I boniteedi kuusikutes on 4-5 aastat seganoorendiku korral ja 6-7 aastat puhtkuusiku korral. Rangelt peab järgima puistu täiust, mis ei tohi langeda alla 70%. (Kask 2009). Kokku tähendab see 3-4 valgustusraiet esimese 20 aasta jooksul.

Kasenoorendikes ei soovitata esimese 10 aasta jooksul raieid teha. 11-20 aasta vanustes kaasikutes võib ette võtte 1-2 valgustusraiet, seda olenevalt võrade laasumisest. Eesmärgiks oleks saavutada tihedus 2 000-2 500 tk/ha. (*Ibid.*).

Haavikutes esimese 10 eluea jooksul raieid ei tehta, mistõttu see võib jääda väga tihedaks. Järgmise 10 aasta jooksul võib hooldusraiega viii täiuse alla 80%. (*Ibid.*).

2.9 Harvendusraied

Harvendusraie on hooldusraie, millega ennetatakse puude looduslikku väljalangemist ja millel on eelkõige metsakasvatuse eesmärk (OÜ Metsabüroo 2014). Harvendusraie eesmärk on puistu väärtuse tõstmine, mille käigus reguleeritakse puistu tihedust ja koosseisu. Harvendusraiet tehakse reeglina lati- ja keskealistes puistutes alates 20-25 aasta vanuse saabumisest, valmivates ja vanemates puistutes enam mitte. Harvendusraie käigus eraldatav puit on realiseeritav ehk likviidne. (Kask 2009).

Harvendusraiate kordusperiood on kuni 40-aastastes puistutes on 5-10 aastat, vanemates puistutes 10-15 aastat. Üle 40-50 aastastes kuusikutes ja kaasikutes harvendusraiet enam ei tehta, männikutes lõpetatakse raied 50-60 aasta vanuses.

Männiku kasvatamisel on soovituslik teha puistu elutsükli jooksul vähemalt kaks harvendusraiet (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Harvendusraie kordusperiood kuni 40-aastastes I – II boniteedi männikutes on 6-8 aastat, III – IV boniteedi puistutes 9-10 aastat. Üle 40-aastastes puistutes on võimalik teostada veel 1-2 harvendusraiet – raiekraad keskealistes männikutes on tugevam, jättes raiejärgse täiuse alla 70%. (Kask 2009).

Harvendusraie männikute kasvatamisel on möödapääsmatu võte, vastasel korral ei saavuta puistu oma täit puidutootmispotentsiaali.

Kuusikute kasvatamisel soovitatakse esimene harvendusraie teha võimalikult hilja, kui puistu on saavutanud vähemalt 15 m kõrguse (Metsaomaniku käsiraamat 2012: 19) Kokku tehakse puhtpuistus üks-kaks harvendusraiet 40-50 aasta vanuses, et minimeerida juurepessu nakatumise ohtu. Puistu täiust ei tohi ühelgi juhul viia alla 70% (pigem 80%). (Kask 2009).

Kaasikute esimese harvendusraiega tuleks saavutada olukord, kus hektarile jääb umbes 800 puud; teine harvendusraie teha võimalikult hilja, et uuendusraiele jätta 400-500 puud/ha (Metsaomaniku käsiraamat 2012). Esimene raie võiks toimuda 25-aasta vanuselt, teine raie 10-15 aastat hiljem. 20-40 aastaste kaasikute harvendusraie käigus võib täiuse viia 70-80%-ni. (Kask 2009).

Haavikutes on soovitusel harvendusraied puistu 20-25 ja 25-30 aasta vanuses, nii et raiete vahele jääb 4-6 aastat. Täius pärast harvendusraiet võib jääda 70% juurde. (Kask 2009).

2.10 Uuendusraie

Metsa raiering lõpeb uuendusraiega – vastavuses levinud praktikaga on see modelleeritud lageraiana, ehk puistu tagavara täies ulatuses raiutakse aasta jooksul. Matemaatiliselt on mudeliga võimalik simuleerida ka turberaieid, jaotades uuendusraie mitmeks osaks ca 10-40 aasta jooksul – sellisel juhul tuleb tulbas „Täius / väljaraie osakaal“ märkida tagavara osakaal, milline protsent kogu tagavarast soovitakse mingis järgus raiuda.

Seemne- ja säilikpuude jätmist saab imiteerida, kui korrigeerida “Täiuse” lahtrit maksimaalsest võimalikust väiksemaks. Levinud praktika kohaselt jäätakse seemnepuudena männile sobivatel kasvukohatüüpidel 20-30 mändi hektari kohta, endistes kaasikutes 4-5 kaske hektari kohta. (Kask 2009).

Uuendusraie saabumise aasta on võetud võrdseks Metsa majandamise eeskirja (2006) §3 sätestatud raievanusega (toodud tabelis 1). Sama paragrahvi kohaselt on Ia ja I boniteedi männikutes, kuusikutes ja kaasikutes on lubatud lageraie küpsusdiameetri saavutamisel.

Tabel 1. Raievanused puuliikide ja boniteediklasside lõikes (Metsa majandamise...)

Puuliik	Boniteediklass					
	1A	1	2	3	4	5; 5A
Harilik mänd	90	90	90	100	100	100
Harilik kuusk	80	80	80	90	90	90
Aru- ja sookask	60	60	70	70	70	70
Harilik haab	30	40	40	50	50	-

Autori arvutuste kohaselt, mida kinnitava ka empiirilised vaatlusandmed, saavutavad Ia ja I boniteediklassi puistud küpsusdiameetri 10-20 aastat enne kehtestatud raievanust.

2.11 Diskontomäära valik

Mudel on üles ehitatud reaalhindades, nn inflatsioonivabana ehk inflatsiooni mõju ei ole arvestatud ei tulu- (puidu hinna) ega kuluartiklites – eelduse kohaselt kasvavad mõlemad samas tempos koos üldist inflatsiooni iseloomustava tarbijahinnaindeksiga. Sellisel juhul kajastab diskontomäär reaalsel, mitte nominaalset tootlusootust. Põhjamade metsamajandus- ja tööstussektori ettevõtted, kasutavad oma finantsarvestuses Soome ja Skandinaavia boreaalsete metsade hindamisel nominaaldiskontomäärasid (sisaldavad inflatsiooni mõju), mis jäävad 4 ... 7% vahele (Zaborski 2012). Käesoleva töö hilisemates arvutustes kasutatud 3%-ne reaalne diskontomäär kajastab autori arvates metsakasvatuse, kui väga pikaajalise, suhteliselt madala toolusega kuid samas stabiilse tööstusharu madalat riskisust. Autori veendumuse kohaselt on igati seaduspärane, et metsaomaniku ootus oma vara tootlikkuse kohta ei saa erineda metsa enda loomuliku juurdekasvu määra. Olgu lõpetuseks rõhutatud, et mudel, tänu oma väga pikaajalistele rahavooproгноosidele on diskontomäära muutmise suhtes äärmiselt tundlik.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

Käesoleva töö lisades 7a-7c on välja toodud mudeli baasil tehtud otsustele vastava stsenaariumi testarvutused kolme erineva metsakasvatuse näite korral. Valitud on 1 ha suuruse ühikpindalaga kasvualad, kus on eesmärk rajada puhtpuistu. Mudeli arvutuste eeldused ja metsamajandustööde hinnad on toodud lisas 6.

Arvutuslikud näited on järgmised:

1) **Näide 1**

peapuuliik -- mänd
hetkeolukord eraldisel – lage ala
kasvukohatüüp – pohla
boniteet – II
uuendamisviis – looduslik uuenemine, maapinna mineraliseerimine
kultuuride hooldus – kord aastas, esimesed kolm aastat
hooldusraied – valgustusraie 10 ja 20 aasta vanuses
harvendusraied – 30, 45 ja 60 aasta vanuses
uuendusraie – lageraie 90 aasta vanuses

Tulemus: antud eelduste juures (diskontomäär 3,0%) on eraldise nüüdisväärtuseks **EUR 764**

2) **Näide 2**

peapuuliik -- kuusk
hetkeolukord eraldisel – lage ala
kasvukohatüüp – sinilille
boniteet – Ia
uuendamisviis – kultiveerimine 4-aastaste taimede istutuse teel, maapinna mineraliseerimine
kultuuride hooldus – kord aastas, esimesed kolm aastat
hooldusraied – valgustusraie 10, 15 ja 20 aasta vanuses
harvendusraied – 40 ja 50 aasta vanuses
uuendusraie – lageraie 70 aasta vanuses (eeldades raiediametri saabumist)

Tulemus: antud eelduste juures (diskontomäär 3,0%) on eraldise nüüdisväärtuseks **EUR 1137**

3) **Näide 3**

peapuuliik -- kask

hetkeolukord eraldisel – lage ala
kasvukohatüüp – naadi
boniteet – I
uuendamisviis – looduslik uuenemine
kultuuride hooldus – ei tehta
hooldusraied – valgustusraie 10 ja 15 aasta vanuses
harvendusraied – 25 ja 40 aasta vanuses
uuendusraie – lageraie 60 aasta vanuses

Tulemus: antud eelduste juures (diskontomäär 3,0%) on eraldise nüüdisväärtuseks **EUR 1451**

Töö käigus välja töötatud mudeli abil tehtud esialgsed arvutused näitasid, et:

- 1) valitud diskontomäära juures osutusid kõik antud „metsakasvatustööd“ tulusateks ehk metsapõlvkonna jooksul saadud raie tulu nüüdisväärtus ületas sama aja jooksul tehtud kulutuste nüüdisväärtust;
- 2) neto rahavoogude nüüdisväärtus võib osutuda negatiivseks
 - a. madalama boniteedi / pikema raieringi korral;
 - b. madalamast boniteedist tingitud väiksema raiutava tagavara tõttu;
 - c. intensiivse kultiveerimise ja kaasnevate metsakasvatustööde korral nende kulukuse tõttu.

Arvutustes leiab kinnitust käesoleva töö peatükis 2.7.2 kõlanud tees, et metsa kunstlik uuendamine on uuendamisele tehtud kulutuste suuruse tõttu majanduslikult mõttekas eeskätt suurema tootlikusega (kõrgema boniteediga) metsamaal. Fakt on, et metsa uuendamise kulu lageda metsamaa hinna juures on olulise osakaaluga; ka meie näite 1 korral muutuks maa hind nullilähedaseks, kui looduslik uuenemine asendada näiteks kultiveerimisega istutuse teel.

Autorile teada olevalt on turul toimuvate endiste okaspuu raie tike ostu-müügitehingute hinnad samas suurusjärgus (700-1200 EUR /ha), kui mudeli abil arvutatult. Kasepuistu näite korral tundub arvutatud hind antud diskontomäära juures ülepaisutatuna. Juhtumitel, kui turutehingute tegelik hind ületab arutatud väärtust, võib oletada järgmist:

ostjad:

- a. rahuldavad investeeringu väga madala tulusumääraga (diskontomääraga);
- b. eeldavad ümarmetsamaterjali hindade inflatsioonist kiiremat tõusu tulevikus;

- c. eeldavad tulevikus lühemat raieringide pikkust, seda seoses (i) kliimatiliste tingimuste muutumisest tuleneva kiirema raieks lubatud rinnasläbimõõdu saavutamise või (ii) seadusandlike regulatsioonide leevenemisega;
- d. ei tee ostuotsuseid puhtalt majandusliku tulu arvestusest lähtuvalt.

Mudeli graafiline kujutus on toodud töö lisas 8. See hõlmab kasvukohatüübi identifitseerimist, eelistatud peapuuliigi valikut ning nendest muutujatest mõjutatud metsakasvatustööde jaotust ajas. Autor tõdeb, et metsa kasvatamine ei saa olla rangete piiridega – tegevustes tuleb alati lähtuda hetke valikutest ja parimatest võimalikest otsustest. Joonis on illustratiivse iseloomuga ning ei ole kohustuslik juhise, vaid pigem juhib tähelepanu süsteemsete lähenemiste vajadusele metsakasvatustes.

Mudeli nõrkustest võib välja tuua, et praegusel kujul ei suuda see otseselt seostada metsamajanduslike tööde teostamist (või teostamata jätmist) kasvatatava tagavara mahuga – mudeli kasutaja peab lähtuma põhimõttest, et eeldades kirjeldatud metsamajandamise võtete kasutamist, on alust prognoosida, et modelleeritavad puistud saavutavad oma arvutuslikult hinnatud täiuse ja tagavara näitajad.

Mudeli täiustamise järgnevatel etappidel oleks võimalik rohkem tähelepanu pöörata lihtsasti kasutatava kasutajaliidese loomisele, kus metsamajandamise võtete valik oleks rohkem automaatselt seotud defineeritavate algandmetega ja valitud kasvustsenaariumitega. Samuti tuleks kasuks arvutuste suurem automatiseerimine (sortimenteerimine, tagavara kasvu modelleerimine, jne). Kindlasti pakuks huvi mudeli abil leitud tulemuste kõrvutamine Soome Metsainstituudi poolt välja töötatud metsa kasvu simulaatori MOTTI abil leitud tulemustega. Valmis tuleb olla puiduturu muutusteks ning lülitada arvutusmudelisse praegu vaid suuresti energiapuiduna kasutatavad hall lepp ja sanglepp.

KOKKUVÕTE

Käesolev töö käsitles metsamaa ühe erandjuhtumi – metsata metsamaa väärtuse hindamist; sama metoodikat on lihtne üle kanda ka varajases arenguklassis metsale. Mõlemal juhul puudub võimalus hinnata hinnatava objekti puidu tagavara, mistõttu hindamisülesannet saab läbi viia teoreetilisel baasil, modelleerides antud kasvukohale sobiv puistu ning luues teoreetilise tegevuste ahela, mille lõpptulemuseks oleks täisväärtuslik raieküps puistu. Kasvava metsa ja metsamaa väärtuse hindamiseks on sobilik puhastulu ehk tulevaste rahavoogude nüüdisväärtuse meetodi kasutamine, mis koondab kõik metsapõlvkonna vältel tehtud rahalised kulutused ja saadud tulud.

Töö käigus loodud mudel keskendub majandusmetsadele ning neljale eestis laialt kasvatatavale puuliigile. Puistute poolt loodav kasu peab olema rahaliselt mõõdetav. Töö aspektid on tihedalt seotud Eesti metsandust reguleerivate seadusandlike aktidega ning Eesti metsadele omaste bioloogiliste protsessidega.

Väga paljud metsakasvatuslikud otsused antud puistus on määratud tema kasvukohatüübiga, ehk baseeruvad mullastikul ja veerežiimil. Kasvukohatüüp määrab paljuski sobiva ja eelistatud peapuuliigi, selle eeldatava boniteedi ning edasised majandamise võtted alates uuendamise vormist, noorendiku hoolduse vajadustest ja lõpetades harvendusraiete sageduse, mahtude ning uuendusraiest saadava võimaliku puidu tagavaraga.

Töö käigus loodud mudeli baasil koostati kolm näitliku stsenaariumit erinevate puuliikidega ja erinevaid metsamajandamise võtteid kasutades. Valitud diskontomäära arvestades olid saadud nüüdisväärtused lähedased metsamaa turul toimuvate tehingute hindadega. Mudeli edasiarendus peaks võimaldama väärtuse arvutust läbi viia suvalises vanuses puistutele, samuti tuleks edaspidi tähelepanu pöörata arvutuste automatiseerimisele ja lihtsama kasutajaliidese loomisele.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aastaraamat mets 2014. Yearbook Forest 2014. (2016). Tallinn: Keskkonnaagentuur. 242 lk.
http://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/aastaraamat_mets_2014.pdf
(27.04.2017).
- Eesti erametsaomandi struktuur ja kasutamine 2015. aastal. (2015). /Koost. ForInfo. Tartu: Keskkonnaministeerium, metsaosakond. 67 lk. https://www.envir.ee/sites/default/files/erametsaomandi_struktuur_ja_kasutamine_2015.pdf (07.03.2017).
- Grege-Staltmane, E.** (2011). Studies and Assessment of Investments in Private Forests in Latvia. Summary of PhD Paper. Faculty of Forestry, Latvia University of Agriculture.
http://lufb.llu.lv/dissertation-summary/forest-economy/Evija_Grege_Staltmane_prom_d_2011_kopsavilkums_LLU_MF.pdf (29.04.2017)
- Joosti, J.** (2015). Metsamaa arvestusliku ja turuväärtuse võrdlemine Eestis ja Soomes. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
- Kaimre, P.** (2000). Metsanduse ökonoomika. Jõgeva: Eesti Metsaselts. 156 lk.
- Kask, M.** (2009). Metsakasvatuse. Tallinn: Kirjastus ILO. 120 lk.
- Kask, T., Kevvai, A.** (2008). Kasvava metsa kui bioloogilise vara väärtuse hindamine. (Magistritöö). Estonian Business School, majandusarvestuse ja rahanduse õppetool. Tallinn.
- Kinnisvara hinnastatistika päringud. (s.a.) *Maa-amet, tehingute andmebaas*.
<http://www.maaamet.ee/kinnisvara/htraru/FilterUI.aspx> (26.04.2017).
- Kiviste, A.** (1995). Eesti puistute kõrguse, diameetri ja tagavara kasvumudel.
<http://www.eau.ee/~akiviste/mudel.htm> (11.03.2017).
- KKMm nr 2 Metsa korraldamise juhend lisa 7 – Boniteerimistabelid. Boniteediklassi määramine lagedatel ja selguseta aladel ning kuni 15 aasta vanustes puistutes. (vastu võetud 16.01.2009, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 25.02.2017). – *Riigi Teataja*
https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1220/2201/7011/KKM_16012009_m2_Lisa7.pdf#
(12.03.2017).
- KKMm nr 2 Metsa korraldamise juhend lisa 13 – Standardtabel. (vastu võetud 16.01.2009, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 25.02.2017). – *Riigi Teataja*
https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1220/2201/7011/KKM_16012009_m2_Lisa13.pdf#
(12.03.2017).
- KKMm nr 2 Metsa korraldamise juhend lisa 15 – Eelistatud peapuuliigid kasvukohatüüpides. (vastu võetud 16.01.2009, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 25.02.2017). – *Riigi Teataja*
https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1220/2201/7011/KKM_16012009_m2_Lisa15.pdf#
(15.03.2017).

- KKMm nr 88 Metsa majandamise eeskiri. (vastu võetud 27.12.2006, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 01.07.2014). – *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/126022014017?leiaKehtiv> (18.03.2017).
- KKMm nr 88 Metsa majandamise eeskiri lisa 2 – Metsa uuendamiseks kasutada lubatud ja metsa uuenenuks hindamisel arvesse võetavad puuliigid. (vastu võetud 27.12.2006, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 01.07.2014). – *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/1260/2201/4017/2.pdf#> (22.03.2017)
- Lõhmus, E. (1984). Eesti metsakasvukohatüübid. Tallinn: Eesti NSV Agrotööstuskoondis. 120 lk.
- Metsa hindamine. (2004). Brošüür. Tartu. 27 lk.
- Metsamaa turg. Müüdnud metsamaa pindala aastatel 2001-2015. (s.a.) OÜ Metsakorralduse Büroo [on-line] http://www.metsakorraldus.ee/metsamaa_turg.html (28.04.2017).
- Metsamajanduse alused. (2011). /Koost. E. Laas, V. Uri, M. Valgepea. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. 863 lk.
- Metsaomaniku käsiraamat. (2012). /Koost. V. Aitsam. *Sine loco*, SA Erametsakeskus. 288 lk.
- Metsaseadus. (vastu võetud 07.06.2006, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 01.03.2016). – *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015032?leiaKehtiv> (07.04.2017).
- Mündel, A.** (2010). Kasvava metsa kui bioloogilise vara hindamine ja arvestus OÜ Priimo Mets näitel. (Magistritöö). Tartu Ülikooli majandusteaduskond. Tartu.
- OÜ Metsabüroo.** (2014). Aabits. Abiks metsamajandamiskava kasutajale. OÜ Metsabüroo. 26 lk.
- Pastila, S.** (2012). Forest Valuation Considerations. Invest in Forest Conference. Riga, 25.04.2012. Esitlusmaterjal.
- Palo, A., Koll, A., Kask, P., Vildo, M., Väärt, T., Laas, E.** (2004). Looduslähedane metsauuendus. -- Eesti XIV Ökoloogiapäeva „Raie ja uuendus Eesti metsas“ kogumik. /Toim. T. Frey. Tartu: Eesti Ökoloogiakogu, EV Keskkonnaministeerium, Eesti Põllumajandusülikool. lk. 37-50.
- Zaborski, A.** (2012). Eesti kasvava metsa väärtuse hindamise mudeli väljatöötamine. (Magistritöö). *Estonian Business School*, majandusarvestuse ja rahanduse õppetool. Tallinn.
- Vahter, R.** (25.04.2017). OÜ Artiston metsamajanduslike tööde hinnakiri. Autori intervjuu. Üleskirjutus. Tallinn.
- Vaus, M.** (2005). Metsatakseerimine. Tartu: Halo Kirjastus. 178 lk.

SUMMARY

Current bachelor thesis aims to create the calculation model and description for cases, where monetary value of forest land without the growing stock is sought. As typical for the cash generating assets, the value of forest land can be derived with using the discounted cashflow method. The assessment of unstocked forest land is nothing but an extreme case in forest valuation, as the whole assessment process is carried through as estimation of theoretical growth potential.

The build-up of the model starts with mentioning the limitations:

- The model is designed for Estonian forest, employing the local forestry principles and legislative framework;
- The model currently concentrates on economically managed stands; stands with protective constraints and from unfertile unfavourable sites with low growth potential are not included under the investigation;
- Only the four mostly industrially used and growing tree species are included in the model at current stage: pine, spruce, birch and aspen.

The assessment model is divided into four parts:

- Description of the current situation and parameters;
- Identification of future cash outflows;
- Identification of future cash inflows;
- Building of net cash flow model and present value calculation (discounting).

The description of current situation goes deeper into defining the site type of the stand, as the site type defines and limits further activities. Both the tree species suitable for growth and the further silvicultural activities are in large defined by the site type in hand. Still, in many cases the forest owner is free to express his will and chose the main tree species he considers to be most economically efficient and naturally suitable to grow.

Together with the choice of tree species, the reforestation strategies must be chosen. Reforestation itself and tasks deriving after that are the biggest cost drivers in the life cycle of a stand.

The inflow part of the cash flow model starts with thinning; even here the forester has several decision points, how he would like the forest property to develop: regulation of species, also improving the growth ability of remaining stand – it all leads and affects the final cut and monetary flow deriving from it.

The final phase is the collection of the whole activity chain, every step with monetary consequences. After identifying all the inflows and outflows, the result is reached thorough finding the present value of all the components, while discounting with appropriate discount rate. The current market value of forest land should reflect the present value of future net cashflows. The test calculations with the created model demonstrated, that in general the transaction prices on forest land market complies with the value calculated with the discounted cashflow model.

The value derived with the model is sensitive to the choice of discount rate, also on chosen main tree species, costs occurring during the establishment of the forest generation, the length of felling cycle, the site quality class and the timber reserve of the growing forest. Pointing on some weaknesses of the model, the further developments of the tool should concentrate on creation of more easily-managed user interface and on bigger extent of automatization of calculations.

LISAD

Lisa 1. Keskkonnaministri määruse nr 2 „Metsa korraldamise juhend“ lisa 7

Boniteerimistabelid

Vanus, a.	H50 / H100 keskväärtus / boniteedi klassi kõrguse alampiir, m													
	Mänd ja kõvad lehtpuud							Kuusk ja teised okaspuud						
	24	20	17	14	11	8	6	24	20	17	14	11	8	6
	34	30	26	22	18	14	10	34	30	26	22	18	14	10
	Ia	I	II	III	IV	V	Va	Ia	I	II	III	IV	V	Va
15	7,0	5,6	4,5	3,4	2,6	1,8	1,1	5,0	3,9	3,0	2,3	1,7	1,1	0,7
20	9,7	7,9	6,3	4,9	3,6	2,5	1,6	7,5	5,9	4,6	3,5	2,5	1,7	1,1
25	12,2	10,0	8,0	6,3	4,7	3,3	2,1	10,0	7,9	6,2	4,7	3,5	2,4	1,5
30	14,6	12,0	9,7	7,6	5,8	4,1	2,5	12,4	9,9	7,8	6,0	4,5	3,1	1,9
35	16,7	13,9	11,3	8,9	6,8	4,8	3,0	14,7	11,9	9,4	7,3	5,5	3,8	2,4
40	18,6	15,6	12,7	10,1	7,7	5,5	3,5	16,8	13,7	11,0	8,6	6,5	4,6	2,8
45	20,4	17,1	14,1	11,3	8,7	6,2	3,9	18,8	15,5	12,5	9,8	7,4	5,3	3,3
50	22,0	18,5	15,3	12,3	9,5	6,8	4,3	20,6	17,1	13,9	11,0	8,4	6,0	3,7
55	23,4	19,8	16,5	13,3	10,3	7,5	4,7	22,2	18,6	15,2	12,1	9,3	6,6	4,2
60	24,7	21,0	17,5	14,2	11,1	8,0	5,1	23,7	19,9	16,4	13,2	10,1	7,3	4,6
65	25,8	22,1	18,5	15,1	11,8	8,6	5,5	25,0	21,2	17,6	14,2	11,0	7,9	5,0
70	26,9	23,1	19,4	15,9	12,4	9,1	5,8	26,2	22,3	18,6	15,1	11,7	8,5	5,4
75	27,8	24,0	20,2	16,6	13,0	9,5	6,1	27,3	23,4	19,6	16,0	12,5	9,1	5,8
80	28,7	24,8	21,0	17,3	13,6	10,0	6,4	28,3	24,4	20,5	16,8	13,1	9,6	6,2
85	29,5	25,6	21,7	17,9	14,1	10,4	6,7	29,2	25,3	21,4	17,5	13,8	10,1	6,5
90	30,2	26,3	22,3	18,5	14,6	10,8	7,0	30,1	26,1	22,1	18,2	14,4	10,6	6,9
95	30,9	26,9	22,9	19,0	15,1	11,2	7,3	30,8	26,8	22,8	18,9	15,0	11,1	7,2
100	31,5	27,5	23,5	19,5	15,5	11,5	7,5	31,5	27,5	23,5	19,5	15,5	11,5	7,5
105	32,1	28,0	24,0	20,0	15,9	11,8	7,7	32,1	28,1	24,1	20,1	16,0	11,9	7,8
110	32,6	28,6	24,5	20,4	16,3	12,1	7,9	32,7	28,7	24,7	20,6	16,5	12,3	8,1
115	33,1	29,0	24,9	20,8	16,6	12,4	8,1	33,2	29,3	25,2	21,1	16,9	12,7	8,3
120	33,5	29,5	25,4	21,2	17,0	12,7	8,3	33,7	29,8	25,7	21,6	17,3	13,0	8,6
125	33,9	29,9	25,8	21,6	17,3	12,9	8,5	34,2	30,2	26,2	22,0	17,7	13,3	8,8
130	34,3	30,3	26,1	21,9	17,6	13,2	8,7	34,6	30,6	26,6	22,4	18,1	13,6	9,0
135	34,7	30,6	26,5	22,2	17,9	13,4	8,9	35,0	31,0	27,0	22,8	18,4	13,9	9,2
140	35,0	30,9	26,8	22,5	18,1	13,6	9,0	35,3	31,4	27,3	23,1	18,7	14,2	9,4
145	35,3	31,3	27,1	22,8	18,4	13,8	9,2	35,7	31,8	27,7	23,5	19,0	14,4	9,6
150	35,6	31,5	27,4	23,1	18,6	14,0	9,3	36,0	32,1	28,0	23,8	19,3	14,7	9,8
155	35,9	31,8	27,6	23,3	18,8	14,2	9,4	36,2	32,4	28,3	24,1	19,6	14,9	10,0
160	36,1	32,1	27,9	23,5	19,1	14,4	9,6	36,5	32,7	28,6	24,3	19,9	15,1	10,1
165	36,4	32,3	28,1	23,8	19,3	14,6	9,7	36,8	32,9	28,9	24,6	20,1	15,3	10,3
170	36,6	32,6	28,4	24,0	19,4	14,7	9,8	37,0	33,2	29,1	24,9	20,3	15,5	10,4
175	36,8	32,8	28,6	24,2	19,6	14,9	9,9	37,2	33,4	29,4	25,1	20,5	15,7	10,6
180	37,0	33,0	28,8	24,4	19,8	15,0	10,0	37,4	33,6	29,6	25,3	20,8	15,9	10,7
185	37,2	33,2	29,0	24,6	20,0	15,1	10,1	37,6	33,8	29,8	25,5	20,9	16,1	10,8
190	37,4	33,4	29,1	24,7	20,1	15,3	10,2	37,8	34,0	30,0	25,7	21,1	16,2	11,0
195	37,6	33,5	29,3	24,9	20,3	15,4	10,3	38,0	34,2	30,2	25,9	21,3	16,4	11,1
200	37,7	33,7	29,5	25,0	20,4	15,5	10,4	38,1	34,4	30,4	26,1	21,5	16,5	11,2

Boniteerimistabelid (järgneb)

Pehmed lehtpuud

Vanus, a.	H50 / H100 keskväärtus / boniteedi klassi kõrguse alampiir, m						
	24 34	20 30	17 26	14 22	11 18	8 14	6 10
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
15	11,0	8,1	6,0	4,4	3,1	2,1	1,2
20	14,2	10,7	8,1	6,0	4,3	2,9	1,7
25	16,9	13,1	10,0	7,5	5,4	3,7	2,2
30	19,2	15,1	11,7	8,9	6,5	4,5	2,7
35	21,2	16,9	13,3	10,2	7,5	5,2	3,2
40	22,8	18,4	14,7	11,4	8,5	5,9	3,7
45	24,2	19,8	15,9	12,4	9,4	6,6	4,1
50	25,4	21,0	17,0	13,4	10,2	7,2	4,5
55	26,4	22,0	18,0	14,3	10,9	7,8	4,9
60	27,3	22,9	18,9	15,1	11,6	8,3	5,3
65	28,0	23,7	19,7	15,8	12,2	8,8	5,6
70	28,7	24,4	20,4	16,5	12,8	9,3	5,9
75	29,3	25,1	21,0	17,1	13,4	9,7	6,2
80	29,9	25,7	21,6	17,7	13,9	10,1	6,5
85	30,3	26,2	22,2	18,2	14,3	10,5	6,8
90	30,8	26,7	22,6	18,7	14,7	10,9	7,0
95	31,2	27,1	23,1	19,1	15,1	11,2	7,3
100	31,5	27,5	23,5	19,5	15,5	11,5	7,5
105	31,8	27,9	23,9	19,9	15,8	11,8	7,7
110	32,1	28,2	24,2	20,2	16,2	12,1	7,9
115	32,4	28,5	24,5	20,5	16,5	12,3	8,1
120	32,6	28,8	24,8	20,8	16,7	12,5	8,3
125	32,8	29,0	25,1	21,1	17,0	12,8	8,4
130	33,0	29,3	25,4	21,4	17,2	13,0	8,6
135	33,2	29,5	25,6	21,6	17,5	13,2	8,8
140	33,4	29,7	25,8	21,8	17,7	13,4	8,9
145	33,6	29,9	26,0	22,0	17,9	13,6	9,0
150	33,7	30,1	26,2	22,2	18,1	13,7	9,2

Lisa 2. Keskkonnaministri määruse nr 2 „Metsa korraldamise juhend“ lisa 13

Standardtabel

Puistu tagavara (M, tm) ja rinnaspindalade summa (G, m²) 100%-lise hektari täiuse korral

Kõrgus, m	Mänd, lehis, seedermand		Kuusk, nulg, ebatsuuga, TO		Kask, pärn		Haab, sanglepp, hall lepp		Tamm, saar, vaher, jalakas, TL	
	M	G	M	G	M	G	M	G	M	G
6	84	18,9	69	15,8	53	12,2	56	14,2	49	13,1
7	102	21,3	85	17,5	59	13,1	64	15,4	60	14,4
8	119	23,3	101	19,1	67	14,1	74	16,7	72	15,7
9	137	25,0	117	20,5	76	15,1	86	17,8	85	16,9
10	155	26,5	134	21,9	86	16,1	98	19,0	99	18,1
11	173	27,8	152	23,2	97	17,1	112	20,2	113	19,2
12	190	28,9	170	24,5	110	18,1	126	21,4	128	20,3
13	208	29,9	188	25,7	123	19,1	142	22,6	143	21,4
14	225	30,8	207	26,8	138	20,1	159	23,7	160	22,5
15	243	31,6	226	27,9	153	21,0	177	24,9	176	23,5
16	260	32,3	246	29,0	170	22,0	195	26,0	194	24,5
17	278	32,9	267	30,0	187	23,0	215	27,1	212	25,5
18	295	33,5	288	31,0	205	23,9	235	28,2	230	26,5
19	313	34,0	310	32,0	223	24,8	256	29,3	249	27,4
20	330	34,4	332	33,0	242	25,7	278	30,4	269	28,4
21	347	34,9	355	34,0	262	26,6	301	31,5	289	29,3
22	364	35,2	379	34,9	282	27,5	324	32,6	310	30,2
23	381	35,6	403	35,9	302	28,3	348	33,6	331	31,1
24	398	35,9	428	36,8	323	29,2	372	34,6	353	32,0
25	415	36,3	454	37,7	344	30,0	397	35,7	375	32,8
26	432	36,6	480	38,6	365	30,7	422	36,7	397	33,7
27	449	36,8	507	39,5	386	31,5	448	37,7	420	34,5
28	466	37,1	535	40,4	408	32,2	474	38,7	444	35,4
29	483	37,4	564	41,3	429	33,0	500	39,6	467	36,2
30	499	37,7	594	42,2	450	33,7	527	40,6	491	37,0
31	516	37,9	624	43,1	471	34,3	554	41,5	516	37,7
32	533	38,2	655	44,0	492	35,0	580	42,5	541	38,5
33	549	38,5	687	44,8	512	35,6	608	43,4	566	39,3
34	565	38,8	720	45,7	532	36,2	635	44,3	591	40,0
35	582	39,0	754	46,6	552	36,7	662	45,2	617	40,7

Lisa 3. Keskkonnaministri määruse nr 2 „Metsa korraldamise juhend“ lisa 15

EELISTATUD PEAPUULIIGID KASVUKOHATÜÜPIDES

Kasvukohatüüp	Peapuuliigi eelistused			
	1.	2.	3.	erandina
Leesikaloo	MA			KU, KS
Kastikuloo	MA	KS	KU	TA, LH, HB
Lubikaloo	MA		KS	SA
Sambliku	MA			KS*
Kanarbiku	MA			KS*
Pohla	MA			KS*
Jänsekapsa-pohla	MA		KS	
Mustika	MA	KU	KS, HB	
Karusambla-mustika	MA	KU	KS, HB	
Jänsekapsa-mustika	KU	MA, KS	HB	
Jänsekapsa	KU	MA	KS, HB	LV, TA, LH
Sinilille	KU	KS	MA, HB	LV, TA, LH
Naadi	KS, KU	HB	LM	LV, TA, SA
Sõnajala	KS	LM, HB	KU	SA
Osja	KS	MA	KU	LM, SA, HB
Tarna	MA	KS	KU	LM
Angervaksa	KS	KU, LM	HB	MA, LV, SA
Tarna-angervaksa	KS, MA	KU, LM		
Sinika	MA			
Karusambla	MA	KU	KS	
Lodu	LM	KS		KU, SA
Madalsoo	KS	LM		
Siirdesoo	MA	KS		KU (kuivend.)
Raba	MA			
Kõdusood	MA, KU	KS		LM, SA

Eelistus 1. – parim peapuuliik

Eelistus 2. – sobiv peapuuliik

Eelistus 3. – võib lugeda peapuuliigiks ainult vajaliku enamusliigi olemasolu korral vähemalt latimetsana

Erandina – looduslikult kasvukohatüübis väheesinevad või harva kultiveeritavad liigid, hall lepp vaid sama liigi raiestikel

*KS – ainult kultiveerimise korral tulekaitse eesmärkidel

Lisa 4. Rinnasdiameetri prognoosi arvutus

Puistu keskmise rinnasdiameetri (D_2) prognoos soovitud vanusel (A_2) lähtudes nende takseertunnuste väärtusest (A_1 , H_{50} , D_1) 50 aasta vanuses puistus ($A_1=50$) vastavalt prof Kiviste diferentsiaalmodelile (Kiviste 1995)

Leitakse 50 aastase puistuelemendi keskmine rinnasdiameeter

$$D_{50} = D50PL + 0,712 * H_{50} - 0,235 * \ln(OHOR + 1) - 0,74 * K \quad (1)$$

Arvutatakse abisuurus βD

$$\beta D = BD1PL - 306 * \ln(OHOR + 1) \quad (2)$$

Arvutatakse abisuurused dD (3) ja rD (4)

$$dD = \frac{\beta D}{50^{bD_2}} \quad (3)$$

$$rD = \sqrt{(D_1 - dD)^2 + \frac{4 * \beta D * D_1}{A_1^{bD_2}}} \quad (4)$$

Arvutatakse diameetri (D_2) prognoosid vanuseks A_2

$$D_2 = \frac{(D_1 + dD + rD)}{\left(\frac{2 + 4\beta D * A_2 - bD_2}{(D_1 - dD + rD)} \right)} \quad (5)$$

Kus:

$D_1 = D_{50}$ – puistuelemendi keskmine rinnasdiameeter 50 a vanuses puistus

H_{50} – puistuelemendi keskmine kõrgus 50 a vanuses puistus (leitav boniteerimistabelist)

$OHOR$ – mulla kõduhorisondi түседus sentimeetrites vastavalt peapuuliigile (abitabel 1)

K – puistu tekkeviis (looduslik $K = 0$ või kultuur $K = 1$)

A_2 – puistuelemendi vanus prognoositaval hetkel (harvendus- või uuendusraie hetkel)

$BD2$, $BD1PL$, $D50PL$ – parameetrite hinnangud (abitabel 2)

OHOR, cm	Kasvukohatüübid
1	KL, ND,SL
2	LL, LUL
4	KN
5	JMS
6	MS, AN
10	KMS
13	SJ, TAN
15	SN, OS, TR
20	SN, OS, TR
50	RB, SS, MDS, LD, KS

Abitabel 1 – Mulla kõduhorisondi tuseduse (OHOR) hinnangud Eesti metsakasvukohatüüpides

Peapuuliik	BH2	BD2	BM2	BH1PL	BD1PL	BM1PL	D50PL	M50PL
MA	1,58	1,33	1,93	8 319	6 051	380 544	6,07	-85.9
KU	1,71	1,54	2,2	12 867	9 805	875 924	6,09	-89.7
KS	1,48	1,37	2,05	4 990	5 034	446 641	4,47	-143.8
HB	1,3	1,15	1,77	3 882	7 092	310 877	6,22	-96.7
LM	1,41	1,41	1,93	4 228	4 438	378 317	5,39	-128.2
LV	1,38	1,35	1,78	2 749	2 864	205 882	4,39	-99.7
TM	1,61	1,45	2,02	6 742	10 509	277 948	6,72	-110.0
SA	1,35	1,03	2,12	3 732	5 405	345 440	5,38	-112.1

Abitabel 2 -- Eesti riigimetsa puistute kõrguse, diameetri ja tagavara diferentsmudeli puuliigist sõltuvate parameetrite hinnangud

Lisa 5a. Ümarmaterjali sortimenteerimine – mänd

Maht tm																	Maht tm																	Maht tm																	Maht tm																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																
Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																	Kõrgus m																
Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																	Palk d218																
Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																	Peenpalk d212																
Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																	Päberpuit d27																
Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																	Küttepuit d25																
Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																	Jäätmed																

Lisa 5b. Ümarmaterjali sortimenteerimine – kuusk

Rinnasada-meeter cm	Kõrgus m	Paki d218	Peergaak d212	Paberipuit d27	Küttepuit d25	Jäätmed	Kokku	Rinnasada-meeter cm	Kõrgus m	Paki d218	Peergaak d212	Paberipuit d27	Küttepuit d25	Jäätmed	Kokku	
Maht tm								Maht tm								
h24 = 16 m								h24 = 17 m								
8	8	6			0,01	0,01	0,02	7			0,01	0,01	0,02	7		
12	12	10		0,03	0,02	0,01	0,06	10		0,05	0,01	0,06	11		0,05	
16	16	12	0,05	0,04	0,02	0,02	0,13	13	0,05	0,06	0,03	0,14	14	0,05	0,06	
20	20	14	0,13	0,04	0,02	0,04	0,23	15	0,13	0,04	0,02	0,05	0,24	16	0,14	
24	24	16	0,11	0,14	0,03	0,08	0,36	17	0,20	0,06	0,04	0,08	0,38	18	0,20	
28	28	17	0,27	0,08	0,05	0,02	0,09	0,51	18	0,37	0,14	0,03	0,10	0,54	19	0,37
32	32	18	0,47	0,07	0,03	0,13	0,70	19	0,48	0,08	0,04	0,14	0,74	21	0,49	
36	36	19	0,61	0,09	0,05	0,17	0,92	20	0,72	0,06	0,19	0,97	21	0,74		
40	40	20	0,88	0,06	0,22	0,16	1,21	21	0,91	0,08	0,20	1,22	22	0,93		
44	44	20	1,08	0,08	0,03	0,24	1,43	22	1,11	0,10	0,25	1,51	23	1,25		
48	48	21	1,29	0,10	0,04	0,29	1,72	22	1,45	0,06	0,31	1,82	23	1,50		
52	52	21	1,65	0,05	0,34	2,04	2,33	1,72	0,07	0,37	2,16	2,44	1,78	0,09	0,43	
h24 = 19 m								h24 = 20 m								
8	8	7			0,01	0,01	0,02	8			0,01	0,01	0,02	8		
12	12	12		0,05	0,02	0,07	0,12	12		0,05	0,02	0,07	13		0,05	
16	16	15	0,05	0,06	0,04	0,15	0,15	0,05	0,07	0,01	0,03	0,16	16	0,09	0,03	
20	20	17	0,18	0,03	0,06	0,27	0,18	0,18	0,03	0,01	0,06	0,28	19	0,18	0,03	
24	24	19	0,20	0,11	0,02	0,09	0,42	20	0,20	0,12	0,09	0,44	21	0,20	0,12	
28	28	20	0,37	0,07	0,04	0,12	0,60	22	0,38	0,07	0,05	0,62	0,11	0,63	0,38	
32	32	22	0,59	0,06	0,03	0,14	0,82	23	0,60	0,06	0,04	0,16	0,86	24	0,63	
36	36	23	0,76	0,08	0,04	0,19	1,07	24	0,77	0,14	0,02	0,19	1,12	25	0,88	
40	40	23	1,05	0,06	0,02	0,23	1,36	25	1,08	0,07	0,03	0,24	1,42	26	1,11	
44	44	24	1,29	0,07	0,03	0,28	1,67	25	1,32	0,09	0,05	0,29	1,75	27	1,46	
48	48	25	1,55	0,09	0,04	0,34	2,02	26	1,70	0,06	0,36	2,12	27	1,76		
52	52	25	1,95	0,06	0,39	2,40	2,77	2,02	0,07	0,03	0,40	2,52	2,08	0,09	0,43	
h24 = 22 m								h24 = 23 m								
8	8	8			0,01	0,01	0,02	9			0,01	0,01	0,02	9		
12	12	13		0,05	0,01	0,02	0,08	14		0,05	0,01	0,02	0,08	14		
16	16	17	0,09	0,05	0,03	0,17	0,18	0,09	0,05	0,04	0,18	19	0,09	0,05	0,04	
20	20	20	0,19	0,06	0,05	0,30	0,21	0,19	0,06	0,06	0,31	22	0,19	0,07	0,01	
24	24	22	0,20	0,13	0,04	0,02	0,08	0,47	0,23	0,20	0,13	0,07	0,09	0,49	0,24	
28	28	24	0,38	0,13	0,03	0,15	0,69	25	0,47	0,06	0,04	0,02	0,13	0,72	0,26	
32	32	25	0,62	0,13	0,03	0,16	0,94	26	0,63	0,14	0,03	0,18	0,98	27	0,73	
36	36	26	0,90	0,07	0,04	0,22	1,23	27	0,92	0,12	0,02	0,22	1,28	29	0,93	
40	40	27	1,22	0,05	0,02	0,27	1,56	28	1,25	0,06	0,03	0,28	1,62	30	1,28	
44	44	28	1,50	0,07	0,03	0,32	1,92	29	1,54	0,08	0,05	0,33	2,00	31	1,67	
48	48	29	1,80	0,09	0,05	0,38	2,32	30	1,96	0,06	0,02	0,38	2,42	31	2,01	
52	52	29	2,25	0,06	0,45	2,76	31	2,32	0,07	0,03	0,46	2,88	32	2,38		
h24 = 25 m								h24 = 26 m								
8	8	9			0,01	0,01	0,02	0,03	10		0,01	0,02	0,03	10		
12	12	15		0,05	0,02	0,02	0,09	16		0,07	0,02	0,02	0,09	16		
16	16	19	0,09	0,05	0,01	0,04	0,19	20	0,09	0,06	0,01	0,04	0,20	21	0,09	
20	20	23	0,23	0,03	0,02	0,06	0,34	23	0,23	0,05	0,07	0,35	24	0,23	0,05	
24	24	25	0,21	0,18	0,03	0,02	0,09	0,53	26	0,28	0,11	0,05	0,11	0,55	27	0,29
28	28	27	0,48	0,11	0,02	0,15	0,77	28	0,49	0,12	0,04	0,02	0,13	0,80	29	0,49
32	32	29	0,74	0,11	0,02	0,19	1,06	30	0,75	0,12	0,03	0,20	1,10	31	0,76	
36	36	30	1,04	0,06	0,04	0,25	1,39	31	1,06	0,07	0,05	0,24	1,44	32	1,08	
40	40	31	1,31	0,14	0,02	0,29	1,76	32	1,43	0,06	0,03	0,31	1,83	34	1,46	
44	44	32	1,71	0,07	0,04	0,35	2,17	33	1,75	0,08	0,05	0,36	2,26	35	1,88	
48	48	33	2,06	0,09	0,05	0,43	2,63	34	2,21	0,06	0,03	0,43	2,73	35	2,27	
52	52	33	2,55	0,06	0,02	0,50	3,13	35	2,62	0,08	0,04	0,51	3,25	36	2,69	
h24 = 27 m								h24 = 28 m								
8	8	9			0,01	0,01	0,02	0,03	10		0,01	0,02	0,03	10		
12	12	15		0,05	0,02	0,02	0,09	16		0,07	0,02	0,02	0,09	16		
16	16	19	0,09	0,05	0,01	0,04	0,19	20	0,09	0,06	0,01	0,04	0,20	21	0,09	
20	20	23	0,23	0,03	0,02	0,06	0,34	23	0,23	0,05	0,07	0,35	24	0,23	0,05	
24	24	25	0,21	0,18	0,03	0,02	0,09	0,53	26	0,28	0,11	0,05	0,11	0,55	27	0,29
28	28	27	0,48	0,11	0,02	0,15	0,77	28	0,49	0,12	0,04	0,02	0,13	0,80	29	0,49
32	32	29	0,74	0,11	0,02	0,19	1,06	30	0,75	0,12	0,03	0,20	1,10	31	0,76	
36	36	30	1,04	0,06	0,04	0,25	1,39	31	1,06	0,07	0,05	0,24	1,44	32	1,08	
40	40	31	1,31	0,14	0,02	0,29	1,76	32	1,43	0,06	0,03	0,31	1,83	34	1,46	
44	44	32	1,71	0,07	0,04	0,35	2,17	33	1,75	0,08	0,05	0,36	2,26	35	1,88	
48	48	33	2,06	0,09	0,05	0,43	2,63	34	2,21	0,06	0,03	0,43	2,73	35	2,27	
52	52	33	2,55	0,06	0,02	0,50	3,13	35	2,62	0,08	0,04	0,51	3,25	36	2,69	

(Metsa hindamine 2004; autori arvutused)

Lisa 5c. Ümarmaterjali sortimenteerimine – kask

[illegible]

(Metsa hindamine 2004; autori arvutused)

Lisa 5d. Ümarmaterjali sortimenteerimine – haab

Rinnasäär-meeter cm														Rinnasäär-meeter cm													
Kõrgus m			Maht tm									Kõrgus m			Maht tm												
Palk d=18			Prenngalk d=12			Päberipuit d=7			Küttepuit d=5			Palk d=18			Prenngalk d=12			Päberipuit d=7			Küttepuit d=5						
			Jäätmed									Jäätmed															
Kokku												Kokku									Kokku						
h24 = 16 m																											
8	9			0,01	0,01	0,02	9			0,01	0,02	0,03	10			0,01	0,02	0,03	10			0,01	0,02	0,03			
12	12		0,05	0,05	0,02	0,07	12			0,05	0,02	0,07	13			0,05	0,01	0,01	0,07	13			0,05	0,01	0,01		
16	14		0,05	0,06	0,03	0,14	14			0,05	0,06	0,03	0,14	15		0,05	0,06	0,04	0,15	15			0,04	0,15			
20	15	0,13	0,04	0,02		0,04	0,23	16		0,13	0,04	0,02	0,06	0,25	17		0,17	0,02	0,07	0,26	17			0,07	0,26		
24	16	0,11	0,14	0,03		0,08	0,36	17	0,19	0,06	0,04		0,09	0,38	18	0,19	0,06	0,04	0,02	0,09	0,40			0,09	0,40		
28	17	0,26	0,08	0,05		0,12	0,51	18	0,27	0,13	0,02		0,12	0,54	19	0,36	0,06	0,03		0,12	0,57			0,12	0,57		
32	17	0,46	0,06		0,02	0,15	0,69	19	0,47	0,07	0,03		0,16	0,73	20	0,47	0,08	0,05		0,17	0,77			0,17	0,77		
36	18	0,59	0,09	0,04		0,18	0,90	19	0,70		0,05		0,20	0,95	20	0,72	0,06			0,22	1,00			0,22	1,00		
40	18	0,85	0,05		0,24	1,14	20	0,88	0,06		0,26	1,20	21	0,90	0,08		0,03	0,26	1,27					0,03	0,26		
44	19	1,04		0,07		0,29	1,40	20	1,07	0,08			0,33	1,48	21	1,10	0,10	0,04		0,32	1,56			0,32	1,56		
48	19	1,25	0,08			0,36	1,69	20	1,29	0,11	0,04		0,35	1,79	22	1,45	0,06			0,38	1,89			0,38	1,89		
52	19	1,48	0,10			0,43	2,01	21	1,66		0,05	0,42	2,13	22	1,73	0,07		0,45	2,25					0,45	2,25		
h24 = 19 m												h24 = 20 m															
8	10			0,01	0,02	0,03	11			0,01	0,02	0,03	11			0,01	0,02	0,03	11			0,01	0,02	0,03			
12	14		0,05	0,01	0,02	0,08	14			0,05	0,01	0,02	0,08	15		0,05	0,01	0,03	0,09	15			0,03	0,09			
16	16	0,05	0,07	0,01	0,03	0,15	17			0,08	0,03	0,02	0,04	0,17	18		0,08	0,05	0,04	0,17	18			0,04	0,17		
20	18	0,17	0,03		0,07	0,27	19			0,18	0,03	0,01	0,07	0,29	20		0,18	0,03	0,02	0,07	0,30			0,02	0,07		
24	19	0,19	0,06	0,05	0,02	0,10	0,42	20	0,20	0,11	0,03		0,10	0,44	21	0,20	0,12	0,03		0,11	0,46			0,11	0,46		
28	20	0,36	0,06	0,04		0,14	0,60	21	0,37	0,07	0,04		0,15	0,63	22	0,37	0,12		0,02	0,15	0,66			0,02	0,15		
32	21	0,48	0,14		0,19	0,81	22	0,58	0,06	0,03		0,18	0,85	23	0,59	0,07	0,04		0,19	0,89			0,07	0,04			
36	21	0,73	0,07	0,03		0,22	1,05	23	0,75	0,08	0,04		0,24	1,11	24	0,86		0,05		0,25	1,16			0,05	0,25		
40	22	0,92	0,09	0,04		0,28	1,33	23	1,05		0,06		0,29	1,40	24	1,07	0,07		0,03	0,30	1,47			0,03	0,30		
44	22	1,25	0,06			0,33	1,64	24	1,29	0,07	0,02		0,35	1,73	25	1,32	0,09	0,04		0,36	1,81			0,09	0,04		
48	23	1,50	0,07			0,42	1,99	24	1,55	0,09	0,03		0,42	2,09	25	1,70	0,05			0,44	2,19			0,05	0,44		
52	23	1,78	0,09			0,50	2,37	24	1,95		0,05	0,49	2,49	26	2,02	0,06			0,53	2,61					0,06	0,53	
h24 = 22 m												h24 = 23 m															
8	12			0,02	0,01	0,03	12			0,02	0,01	0,03	13			0,02	0,01	0,03	13			0,02	0,01	0,03			
12	16		0,05	0,01	0,03	0,09	17			0,07		0,02	0,09	17			0,07	0,01	0,02	0,10	17			0,02	0,10		
16	19	0,08	0,05		0,05	0,18	19		0,08	0,05	0,01	0,05	0,19	20		0,08	0,05	0,01	0,06	0,20			0,01	0,06			
20	21	0,18	0,06		0,07	0,31	21		0,18	0,06		0,08	0,32	22		0,22	0,03	0,01	0,08	0,34			0,01	0,08			
24	22	0,20	0,12	0,04	0,02	0,10	0,48	23	0,20	0,01	0,06		0,11	0,58	24	0,20	0,17	0,03		0,12	0,52			0,03	0,12		
28	23	0,37	0,13	0,03		0,15	0,68	24	0,38	0,14	0,04		0,15	0,71	25	0,47	0,06	0,04	0,02	0,15	0,74			0,02	0,15		
32	24	0,60	0,07	0,05		0,21	0,93	25	0,61	0,13	0,02		0,21	0,97	26	0,71	0,06	0,03		0,21	1,01			0,06	0,03		
36	25	0,88	0,06	0,03	0,24	1,21	26	0,89	0,07	0,04		0,26	1,26	27	0,91	0,08	0,05		0,28	1,32			0,08	0,05			
40	26	1,10	0,08	0,04		0,31	1,53	27	1,22		0,05		0,33	1,60	28	1,25	0,06		0,03	0,33	1,67			0,03	0,33		
44	26	1,45	0,06			0,38	1,89	27	1,49	0,06	0,02		0,40	1,97	28	1,53	0,08	0,04		0,41	2,06			0,08	0,04		
48	27	1,75	0,07			0,47	2,29	28	1,80	0,09	0,03		0,47	2,39	29	1,95	0,05			0,49	2,49			0,05	0,49		
52	27	2,08	0,09			0,53	2,73	28	2,25		0,05	0,55	2,85	29	2,32	0,06			0,59	2,97					0,06	0,59	
h24 = 25 m												h24 = 26 m															
8	14			0,02	0,01	0,03	14			0,02	0,02	0,04	15			0,02	0,02	0,04	15			0,02	0,02	0,04			
12	18		0,07	0,01	0,02	0,10	19			0,07	0,01	0,02	0,10	19			0,07	0,01	0,03	0,11	19			0,01	0,03		
16	21	0,08	0,06	0,01	0,05	0,20	22			0,08	0,08		0,05	0,21	23		0,09	0,08		0,05	0,22			0,08	0,05		
20	23	0,23	0,03	0,02	0,07	0,35	24			0,23	0,05		0,08	0,36	25		0,23	0,05		0,10	0,38			0,05	0,10		
24	25	0,20	0,18	0,03		0,13	0,54	26	0,28	0,11	0,03	0,02	0,12	0,56	27	0,28	0,11	0,06		0,13	0,58			0,03	0,13		
28	26	0,47	0,11	0,02		0,17	0,77	27	0,48	0,12	0,03		0,17	0,80	28	0,48	0,13	0,04	0,02	0,16	0,83			0,02	0,16		
32	27	0,72	0,06	0,04		0,23	1,05	29	0,73	0,07	0,05	0,02	0,22	1,09	30	0,74	0,13	0,03		0,23	1,13			0,03	0,23		
36	28	1,01	0,05		0,02	0,29	1,37	29	1,04	0,06	0,03		0,29	1,42	31	1,06	0,07	0,04		0,31	1,48			0,07	0,04		
40	29	1,28	0,07	0,04		0,34	1,73	30	1,30	0,08	0,05		0,37	1,80	31	1,42	0,05		0,02	0,38	1,87			0,05	0,38		
44	30	1,57	0,10	0,05		0,42	2,14	31	1,70	0,06	0,02	0,45	2,23	32	1,74	0,07	0,04		0,46	2,31			0,07	0,04			
48	30	2,01	0,06		0,02	0,50	2,59	31	2,06	0,08	0,04		0,52	2,70	33	2,10	0,10	0,05		0,55	2,80			0,10	0,05		
52	31	2,38	0,08			0,60	3,09	32	2,44	0,10	0,05		0,62	3,21	33	2,62	0,06			0,66	3,34			0,06	0,66		

(Metsa hindamine 2004; autori arvutused)

Lisa 6. Arvutuste eeldused

Artikkel	Väärtus / hind
Diskontomäär	3,0%
OÜ Artiston -- metsamajanduslike tööde hinnad (aprill 2017)	
Ülestöötamiskulu - lageraie EUR /tm	12,00
Ülestöötamiskulu - harvendus EUR /tm	15,00
Transport EUR/tm	7,00
Maapinna mineraliseerimine, EUR/ha	140,00
Istutus	
Kuusk	875,00
Istiku hind, EUR	0,25
Istutustihedus taime /ha	2300
Töö EUR/ha	300,00
Mänd	
Istiku hind, EUR	0,15
Istutustihedus taime /ha	3000
Töö EUR/ha	250,00
Külv (mänd) = maapinna mineraliseerimine, EUR/ha	140,00
Kultuuri hooldus EUR/ha	120,00
Valgustusraie EUR/ha	200,00

(Vahter 2017, autori arvutused)

Lisa 7a. Metsamaa väärtuse arvutuse näide -- pohlamännik

		Karakteristikud raie hetkel						hinnad (laoplatstil)						sortiment						hinnad (laoplatstil)						vanus täna, A (a)	Tulu, EUR	Tulu müüdisväärtus, EUR
		bontteet	Vanus raie hetkel, A	(a)	H (m)	D (cm)	täius / väljaraie	osaline	raiatav tagavara, m/ha	pindala	Palk d18	Peenpalk d12	Paberipuit d77	Küttepuit d75	jäätmad	Palk d18	Peenpalk d12	Paberipuit d77	Küttepuit d75	jäätmad	kaalutud sortimendi hind, EUR /m	ülestõotamiskulu EUR /m	transport EUR/m	Kännuhind, EUR/m				
uuendus	MA	II	90	22,3	25,0	90%	332,2				0,43	0,26	0,15	0	0,17	64,09	51,80	23,65	19,34	0,00	44,02	12,00	0,00	32,00	10 637	744		
harv3	MA	II	60	17,5	22,0	30%	86,0				0	0,56	0,22	0,03	0,19	64,09	51,80	23,65	19,34	0,00	34,92	15,00	0,00	19,92	1 712	291		
harv2	MA	II	45	14,1	19,0	25%	56,7				0	0,65	0,12	0	0,23	64,09	51,80	23,65	19,34	0,00	36,60	15,00	0,00	21,60	1 225	324		
harv1	MA	II	30	9,7	15,0	20%	29,9				0	0,33	0,4	0	0,27	64,09	51,80	23,65	19,34	0,00	26,73	15,00	0,00	11,73	351	145		
									1,0																0	13 924	1 503	

Lisa 7b. Metsamaa väärtuse arvutuse näide – sinilillekuusik

[illegible][illegible]

Näide 2

peapuulilik -- kuusk
hetkeolukord eraldisel – lage ala
kasvukohatüüp – sinilille
boniteet – la
uendamisviis – kultiveerimine 4-
aastaste taimede istutuse teel,
maapinna mineraliseerimine
kultuuride hooldus – kord aastas,
esimesed kolm aastat
hooldusraied – valgustusraie 10, 15 ja
20 aasta vanuses
harvendusraied – 40 ja 50 aasta
vanuses
uuendusraie – lageraie 70 aasta
vanuses (eeldades raiediametri
saabumist)

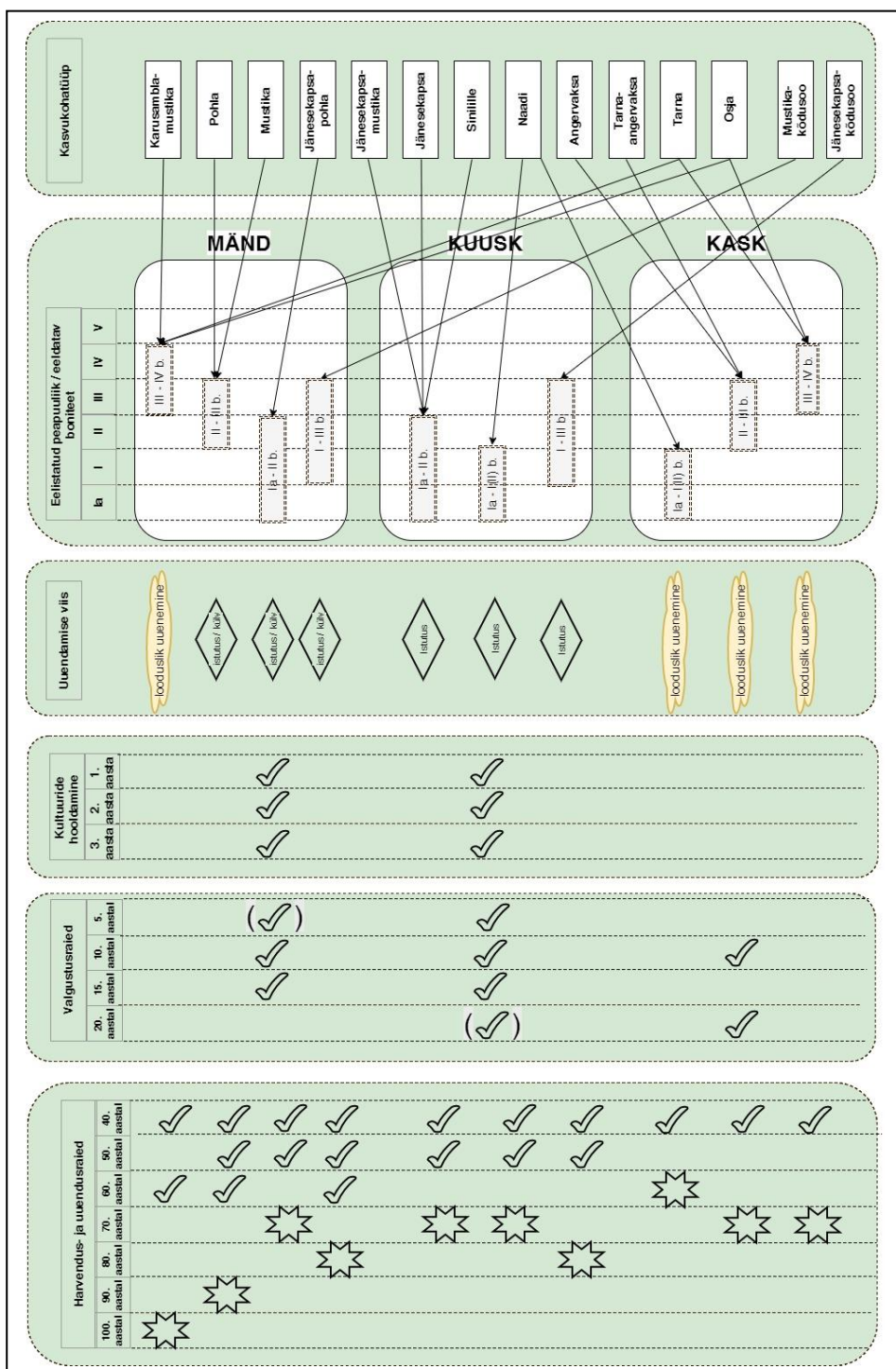
Lisa 7c. Metsamaa väärtuse arvutuse näide – naadikaasik

	Karakteristikud raie hetkel							sortiment					hinnad (laoplatstil)				kaalitud sortimendi hind, EUR /tm	ülestöötamiskulu EUR /tm	transport EUR/tm	Kännuhind, EUR/tm	vanus täna, A (a)	Tulu, EUR	Tulu nüüdisväärtus, EUR		
	boniteet	Vanus raie hetkel, A	(a)	H (m)	D (cm)	täius / väljaräie osakaal	räitav tagavara, tm/ha	pindala	Palk d18	Peenpalk d12	Paberipuit d7	Küttepuit d5	jäätmad	Palk d18	Peenpalk d12	Paberipuit d7								Küttepuit d5	jäätmad
uuendus	KS	I	60	22,9	20,0	90%	341,4		0	0,55	0,21	0,03	0,21	103,45	58,34	24,16	19,34	0,00	37,53	12,00	0,00	25,53		8 716	1 479
harv2	KS	I	40	18,4	16,0	20%	60,4		0	0,26	0,47	0,05	0,21	103,45	58,34	24,16	19,34	0,00	27,81	15,00	0,00	12,81		775	237
harv1	KS	I	25	13,1	11,0	20%	41,9		0	0	0,56	0,11	0,33	103,45	58,34	24,16	19,34	0,00	15,57	15,00	0,00	0,57		24	11
								1,0															0	9 515	1 728

Maapinna ettevalmistus, EUR/ha	Istutus, EUR/ha	Kultuuri hoolduse hind, EUR/ha	Kultuuri hoolduse kulu, EUR	I kultuuri hoolduse toimimise aasta	II kultuuri hoolduse toimimise aasta	III kultuuri hoolduse toimimise aasta	Valgustusraie hind, EUR/ha	Valgustusraie kulu, EUR	I valgustusraie toimimise aasta	II valgustusraie toimimise aasta	III valgustusraie toimimise aasta	KOKKU kulude nüüdisväärtus, EUR	NET väärtus, EUR
0	0	120	0				200	277	10	15		277	1451

Näide 3
peapuuliik -- kask
hetkeolukord eraldisel – lage ala
kasvukohatüüp – naadi
boniteet – I
uendamisviis – looduslik uuening
kultuuride hooldus – ei tehta
hooldusraied – valgustusraie 10 ja 15
aasta vanuses
harvendusraied – 25 ja 40 aasta
vanuses
uueendusraie – lageraie 60 aasta
vanuses

Lisa 8. Metsata metsamaa ja varajases arenguklassis metsa hindamise mudel



Autori joonis.

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Andrei Zaborski, (isikukood 37508200258)

annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Metsata metsamaa ja varajases arenguklassis metsa hindamismudel,
mille juhendaja on Henn Korjus,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 18.05.2017

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Henn Korjus

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)